DIE NATURWISSENSCHAFTEN

26. Jahrgang | 1. April 1938 | Heft 13

# Seegangsforschung.

Von GEORG WEINBLUM, Berlin.

Die Oberflächenwellen, die keinen Windwirkungen unterliegen, heißen *Dünung*; die vom Wind erregten Wellen seien mit *Windsee* bezeichnet, im Gegensatz zu einer immer noch anzutreffenden Gepflogenheit in Seefahrtskreisen, wonach die Windsee Seegang genannt wird. Wir fassen mit dem Ausdruck *Seegang* sowohl die Dünung wie die Windsee, also alle an einer bestimmten Stelle auftretenden Oberflächenwellen, zusammen; diese Definitionen scheinen trotz der erwähnten Schwierigkeit am besten geeignet zu sein, denn wir brauchen einen Sammelnamen, der alle Erscheinungen deckt, wie auch Bezeichnungen, welche die übliche grundlegende Unterteilung ermöglichen; überdies sind die gewählten Definitionen genügend anerkannt und verbreitet.

Die Ergebnisse der Seegangsforschung sind seit alters her für die Schiffahrt wichtig, neuerdings aber auch für den Wasserbau und die Luftfahrt, insbesondere die Seefliegerei. Wir erwähnen schon hier die technischen Forderungen, von denen wir ausgehen, weil sie in vielen Fällen ein ordnendes Prinzip bilden können; die Bedeutung eines solchen für die Beschreibung von Vorgängen, deren Kennzeichen die Unregelmäßigkeit und Flüchtigkeit ist, liegt auf der Hand.

Es ist nicht unsere Aufgabe, die Theorie der permanenten Oberflächenwellen zu entwickeln oder auf die Geschichte der Seegangsforschung einzugehen; hierüber findet man alles Notwendige in leicht faßlicher Form bei THORADE, „Probleme der Wasserwellen“[1], wo auch ein vollständiges Literaturverzeichnis vorhanden ist. Ich knüpfe an das genannte Werk an, um über die neuesten Ergebnisse zu berichten und einige Gesichtspunkte zu betonen, die für die fernere Entwicklung des Problems von Wichtigkeit sind.

Die Aufgabe der Seegangsforschung ist erledigt, wenn wir auf Grund meteorologischer Angaben und sonstiger Anfangsdaten den Seegang an einer bestimmten Stelle mit einer vorgegebenen Genauigkeit beschreiben können. Schematisch gesprochen, kann die Lösung auf zwei Wegen erfolgen; der erste besteht in der Anwendung der theoretischen und experimentellen Hilfsmittel der Hydrodynamik, der zweite in einer beschreibenden Statistik; natürlich können sich die beiden Methoden überschneiden und ergänzen.

Wegen der Kompliziertheit der allgemeinen Aufgabe gehen wir bei Anwendung der Hydrodynamik, wie überhaupt in der Mechanik, so vor, daß wir kennzeichnende Teilprobleme herausgreifen oder mechanische Gedankenmodelle schaffen, von denen das wichtigste folgendes ist: wir suchen den Seegang, der auf einer ursprünglich ebenen Wasseroberfläche bei konstanter Windstärke und Richtung entsteht, als Funktion der Zeit, gerechnet vom Einsetzen des Windes, und der Länge der freien Windbahn, zu bestimmen. Dies ist eine klar umrissene Fragestellung, die sich weitgehend experimentell verwirklichen läßt; in der Natur werden die Voraussetzungen des Gedankenmodells nur selten genau genug erfüllt sein. Die klassischen Betrachtungen von KELVIN über die Stabilität der Wasseroberfläche tragen, wie schon LAMB bemerkt hat, zur Lösung dieser Aufgabe nichts bei; die ersten Bemühungen, das Zustandekommen von Wellen durch Wind mit physikalischplausiblen Ansätzen rechnerisch zu behandeln, gehen auf JEFFREYS zurück[2]. Die Überlegung, daß in Wirklichkeit der Luftdruck $p$ auf der Luv- und Leeseite einer Welle verschieden sein muß, legt einen empirischen Ansatz für $p$ in Abhängigkeit vom Staudruck, dem Wellengradienten und einem „Abschirmbeiwert“ („sheltering coefficient“ $s$) nahe. Obgleich der Aufbau einer solchen Formel recht roh ist und sich einige weitergehende Folgerungen von JEFFREYS nicht aufrechterhalten lassen[3], bedeutet doch seine Arbeit einen wichtigen Schritt voraus. Zur Bestimmung des Beiwertes „$s$“ hat JEFFREYS die kritische Geschwindigkeit des Windes $u_k$ — sie gibt bekanntlich die geringste Luftgeschwindigkeit an, die Wellen auf einer ebenen Oberfläche erregen kann, und spielt schon bei KELVIN eine entscheidende Rolle — herangezogen und $u_k$ aus primitiven Beobachtungen auf Teichen zu etwas über 1 m/s ermittelt gegen $u_k \approx 6{,}4$ m/s nach KELVIN. STANTON hat $u_k \approx 2{,}5$ m/s gemessen[4]; von mir in der Preußischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau mit Unterstützung der JAGOR-Stiftung durchgeführte Versuche zeigen den etwas niedrigeren Wert $\sim 2$ m/s.

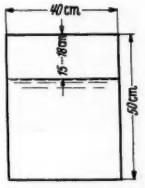


Fig. 1. Querschnitt durch den Windwasserkanal der Preußischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin.

Die von STANTON und seinen Mitarbeitern und uns benutzte Versuchseinrichtung — ein „Wind-Wasserkanal“ — bestand im wesentlichen aus einer langen geschlossenen Rinne von rechteckförmigem Querschnitt (Fig. 1); sie war nur zum Teil mit Wasser gefüllt, so daß die Oberfläche einem Luftstrom mit verschiedenen Geschwindigkeiten $u$ ausgesetzt werden konnte. Fig. 2 zeigt eine Aufnahme von Windwellen bei $u \approx 4$ m/s

im Abstand von 10 m von der Eintrittsstelle der Luft („freie Windbahn" 10 m).

Fig. 2. Windwellen im Kanal der Fig. 1.

STANTON hat noch eine zweite mittelbare Versuchsmethode zum Studium der Windwellen vorgeschlagen; sie besteht in Druckmessungen an festen, z. B. aus Holz gefertigten Wellenprofilen, die von einem Luftstrom angeblasen werden.

Mit diesem Verfahren hat MOTZFELD[8] verschiedene wichtige Einsichten gewonnen; insbesondere erweist sich die genaue Untersuchung der Luftströmung über den festen Wellen, die auf Grund von Gedankengängen von PRANDTL hier erstmalig durchgeführt ist, als sehr fruchtbar. Mit Hilfe eines empirischen Ansatzes bestimmte MOTZFELD aus dem Widerstandsbeiwert den Abschirmkoeffizienten „$\varepsilon$" von JEFFREYS und gelangt auf Grund von Energiebetrachtungen zum Schluß, daß die ebene Wasserfläche für jede Windstärke unstabil ist. Freilich bleibt die Wellenamplitude bei kleinen Windgeschwindigkeiten so gering, daß sich die Richtigkeit des von MOTZFELD errechneten Ergebnisses mit einfachen Hilfsmitteln experimentell nicht überprüfen läßt. Im Bereich von 1—2 m/s Windgeschwindigkeit konnte ich nur ein leichtes Vibrieren der Wasseroberfläche beobachten, das sich grundsätzlich von den später auftretenden Wellen unterscheidet. Dabei war bezeichnend, daß bei den genannten geringen Windstärken selbst durch elastische Schwingungen angefachte kurze Wellen bald wieder abklangen. — Somit ist noch nicht einmal das einfache Problem der kritischen Geschwindigkeit genügend geklärt.

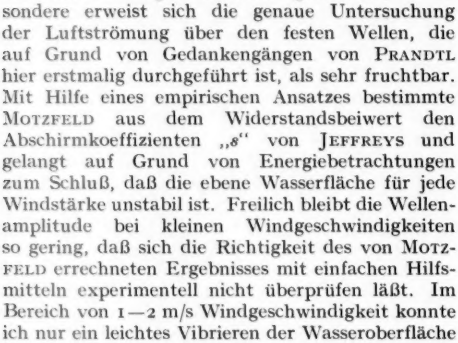

Fig. 3 und 4. Mit Tauchkolben erzeugte Wellen ohne und mit Einwirkung des Windes ($\sim$ 4 m/s).

Erwähnt sei noch ein in den Fig. 3 und 4 dargestellter Versuch, den Einfluß des Windes auf freie Wellen (Dünung) zu beobachten; letztere wurden in üblicher Weise durch einen Tauchkolben erzeugt, und zwar ohne (Fig. 3) und mit (Fig. 4) Windwirkung. Augenscheinlich war die freie Windbahnlänge zu gering, um eine Verformung des ursprünglichen Profils als Ganzes durchzuführen; das Verfahren kann also nicht manche Experimente in größeren Kanälen ersetzen, wie ursprünglich erhofft wurde, es soll aber einen Bestandteil späterer Untersuchungen in größerem Maßstabe bilden.

Die kleinen Abmessungen der bislang benutzten Vorrichtungen und der geringe Umfang der beschriebenen Versuche, lassen quantitative Schlüsse nur in beschränktem Maße zu; wir fassen die Ergebnisse wie folgt zusammen:

a) die Wellenlänge $\lambda$ wächst schnell über die Windbahn,

b) sie ist der Windgeschwindigkeit annähernd proportional;

c) die endgültige Wellenform ist schnell erreicht;

d) nach STANTON gehören im Einklang mit Folgerungen von MOTZFELD zu größeren Wellenlängen $\lambda$ größere Verhältnisse Wellenhöhe $h$ zu $\lambda$ (die Wellen sind steiler);

e) die Wellengeschwindigkeit $c$ entspricht angenähert der einer freien Welle; $c \approx \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$ (1)
($g$ = Erdbeschleunigung).

Bemerkenswerterweise bestätigt sich die Beziehung (1) sowohl bei Versuchen wie bei Beobachtungen in der Natur recht gut; es ist deshalb empfehlenswert, auf See die schwer zu schätzenden Wellenlängen aus den Perioden $\tau$ nach der Formel

$$\lambda \approx \frac{g}{2\pi}\tau^2 \qquad (2)$$

zu berechnen.

Nur bei sehr steilen Wellen werden die Wellenlängen nach (2) etwas zu groß ausfallen. Bei flachem Wasser führt man in (2) einen Faktor $\varkappa$ ein,

$$\lambda \approx \frac{g}{2\pi}\tau^2\varkappa. \qquad (3)$$

den man aus der Kurve Fig. 5 abgreift; $\varkappa$ ist eine Funktion der Wassertiefe $H$ und der Wellenperiode, $\varkappa = \varkappa\left(\frac{H}{g\tau^2}\right)$ und gleich $\mathfrak{Tg}\frac{2\pi H}{\lambda}$.

Für eine Berechnung des Seegangs in der Natur erhalten wir aus den besprochenen Versuchen noch keinerlei Unterlagen; wir haben uns eingehender mit ihnen befaßt, weil die Methode grundsätzlich aussichtsreich erscheint. Als nächste Aufgabe ist daher eine Vergrößerung der Wind-Wasserkanäle auf freie Windbahnen von 100 oder mehr Meter Länge bei entsprechenden Querschnitten anzustreben. Diese Forderung läßt sich ohne unzulässigen Aufwand dadurch erfüllen, daß man gelegentlich große Rinnen der Wasserbauversuchsanstalten, die zu anderen Zwecken notwendig sind, sinngemäß ausbaut. Durch den Vergleich der in einem großen Kanal gewonnenen Ergebnisse mit denen aus Druckmessungen, wird man voraussichtlich ein Stück weiter kommen, auch hinsichtlich der Struktur einzelner Windwellen.

Auch zahlreiche andere Probleme, die mit Wasserwellen zusammenhängen, sind dem Modellversuch bequem zugänglich; um nur eins zu nennen — die Verformung von Oberflächenwellen beim Übergang von tiefem auf flaches Wasser. Allgemeiner gesprochen, können verschiedene schwierige Randwertaufgaben über Wellenbewegungen, sofern die Windwirkung keine bedeutende Rolle spielt, modellmäßig angenähert gelöst werden. Das Wasserbauversuchswesen macht hiervon weitgehend Gebrauch; da es sich aber meist um die Erledigung von Fällen ad hoc handelt, wobei die grundsätzlichen Fragen zurücktreten, ist die wissenschaftliche Ausbeute solcher Experimente vorläufig gering gegenüber der aus bekannten Versuchen früherer Zeit.

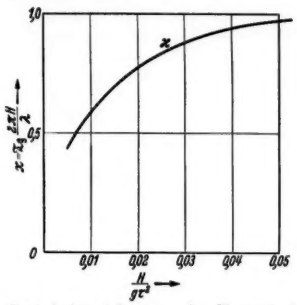


Fig. 5. Reduktionsfaktor $\varkappa$ in Formel (3) zur Bestimmung der Wellenlänge $\lambda$ auf flachem Wasser der Tiefe $H$ m aus der Wellenperiode $\tau$ s in Abhängigkeit von $H/g\tau^2$; $g$ = Erdbeschleunigung 9,81 m/s².

Noch weniger haben die in Schiffbauversuchsanstalten üblichen *Modellversuche* im *„künstlichen Seegang"*, die zwecks Beobachtung der See-Eigenschaften von Fahrzeugen unter vereinfachten Annahmen vorgenommen werden, zur Lösung unserer Aufgabe beigetragen, obgleich neuerdings KEMPF versucht hat, eine Korrelation zwischen Modell und wirklichem Seegang herbeizuführen; man kann aber solche Versuche hier erwähnen, weil durch sie zahlreiche Aufgaben an die Seegangsforschung gestellt werden.

Der Erfolg der bisher besprochenen Bemühungen ist am Umfang der Aufgabe gemessen verschwindend gering. Da man die Wellenerscheinungen, insbesondere die größten, auf wichtigen Gewässern und an Küsten aus verschiedenen Gründen, die wir später eingehender besprechen wollen, kennen muß, bleibt als einziger Weg die unmittelbare Schätzung oder Messung, die zu einer beschreibenden Statistik führen kann. Selbstverständlich braucht die Beobachtung der Naturvorgänge sich nicht nur auf die Registrierung einzelner Tatsachen zu beschränken, sie kann, ähnlich wie der Modellversuch, zur Feststellung allgemeinerer Zusammenhänge führen, insbesondere auch unter sehr günstigen Umständen zu den gesuchten Beziehungen zwischen Wind und Seegang; in dieser Richtung ist von verschiedenen Forschern, wie GAILLARD, STEVENSON und CORNISH, wertvolle Arbeit geleistet worden, die ihren Niederschlag in mehreren Annäherungsformeln gefunden hat (vgl. z. B. THORADE, S. 50/51). Wir wollen auf diese Ergebnisse nicht eingehen, da sie nicht als wissenschaftlich gesichert angesehen werden können. Grundsätzlich ist die Methode, gleichzeitig sorgfältige Wind- und Wellenmessungen über geeignete Windbahnen anzustellen, aussichtsreich, und es ist zu hoffen, daß man dergleichen Versuche trotz der verschiedenen, zum Teil prinzipiellen Schwierigkeiten wieder in größerem Umfange in Angriff nehmen wird.

Wir wenden uns jetzt der statistischen Wellenforschung zu*. — Wir müssen zunächst feststellen, daß allein schon die Beschreibung der Wellenvorgänge auf See eine schwierige Angelegenheit ist. Früher, als es noch kaum brauchbare Meßinstrumente gab, wurde der Seegang ausschließlich geschätzt; die Ergebnisse werden auch heutzutage noch in der Schiffahrt nach Seegangsstärken — „Seegang 1—9" — klassifiziert; als ungefähre Leitzahl liegt dieser Einteilung die Wellenhöhe zugrunde. Dieses Verfahren hat der Navigation wertvolle Dienste geleistet; wegen der Einfachheit der Schätzung kann man ohne Mühe beliebig viel statistische Daten sammeln, die immerhin einen ersten Anhalt geben. Da wir es mit einer räumlichen und zeitlichen Mannigfaltigkeit der Erscheinungen zu tun haben, ist eine große Zahl von Angaben Voraussetzung für die Brauchbarkeit der statistischen Methode; die Fülle des Materials kann bis zu gewissem Grade mit der geringen Genauigkeit der Einzelbeobachtung aussöhnen. Trotzdem versagt die übliche Bezeichnungsweise nach Seegängen in der Regel vollständig, wenn man Unterlagen für konkrete technische Aufgaben braucht, weil sie zu roh, unvollständig und unbestimmt ist. Wissenschaftlich gesehen ist ein Maßstab, dessen Teilung kaum festliegt und für verschiedene Gewässer verschieden ist — z. B. bedeutet „Seegang 3" in der Ostsee, Nordsee und im Atlantischen Ozean verschieden hohe Seegänge — ein Unding. Die Einführung zuverlässiger Meßmethoden statt des subjektiven Schätzens wird daher den Ersatz der alten Seegangsklassifikation durch eine einwandfreiere neue zwangsläufig nach sich ziehen; das wird natürlich erst möglich sein, wenn genügend Material vorliegt, und man soll die Schwierigkeit, eine prägnante Skala zu finden, die den verwickelten Erscheinungen gerecht wird, nicht unterschätzen.

Die Entwicklung der Verfahren, die den Zwekken der Seegangsmessung dienen, hat in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht. Die von KOHLSCHÜTTER und LAAS erstmalig benutzte stereophotogrammetrische Methode vermag trotz ihrer Abhängigkeit von Belichtungsverhältnissen Außerordentliches zu leisten[9, 13]. Ein

* Auf die *meteorologischen* Fragen wird hier nicht eingegangen.

weiteres wichtiges Hilfsmittel, das besonders in den Küstengewässern schon unentbehrlich geworden ist und der Luftfahrt nützliche Dienste geleistet hat, stellt die Seegangsboje nach W. PABST der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL.) vor[7]; ihre Anwendung ist auf feste Standorte oder ruhendes Schiff beschränkt. Das Wirkungsprinzip dieses geistvollen Apparates, der aus einer Boje und einem an einem langen Kabel aufgehängten Druckmesser besteht, beruht auf dem schnellen Abklingen der Wellen mit zunehmendem Abstand von der Oberfläche. G. WEISS hat auf der „San Francisco" die Wellenkontur am Schiff nach einem elektrischen Kontaktverfahren gemessen[14]; auch diese Vorrichtung, die besonders für schiffbauliche Zwecke geeignet ist, leistet mehr, als man anfangs vermutet hatte, denn es ist gelungen, aus zahlreichen Aufnahmen ganze Wellenfolgen zu konstruieren[12], wenn auch der rein hydrodynamisch oder ozeanographisch orientierte Forscher die Deformationen der Welle durch die Bewegungen des Schiffsrumpfes nur ungern in den Kauf nehmen wird.

Wir untersuchen jetzt, welche Angaben über den Seegang für die Technik wichtig sein können, und beginnen mit den Problemstellungen des Schiffbaues, die wir etwas eingehender betrachten wollen, um wenigstens einen Fall gründlich zu beherrschen.

Der Seegang ruft *Beanspruchungen* des Schiffsrumpfes hervor und versetzt ihn in *Bewegungen*; wir nennen das *Rollen* oder Schlingern (Drehung um die Längsachse, auch „Kränge"), *Stampfen* (Drehung um die Querachse), *Gieren* (Pendeln um Kursrichtung, Drehung um Hochachse) und *Tauchen* (vertikale Schwerpunktsbewegung). Entscheidend für die Erfassung dieser Vorgänge ist die Kenntnis folgender Werte: Abmessungen der *größten Wellen* — Höhe $h$ und Länge $\lambda$, größter Gradient, Form. Ebenso wichtig wie diese Angaben sind Feststellungen über die *Struktur* des *Seeganges*, d. h. darüber, ob sich der Seegang aus einer größeren Anzahl einigermaßen regelmäßiger Wellen zusammensetzt. In der Theorie der Schiffsbewegungen gehen wir von einem hypothetischen regelmäßigen Seegang aus; hierdurch wird die Anwendung der elementaren Schwingungslehre ermöglicht, die auf die hervorragende Bedeutung von Resonanzerscheinungen für die Sicherheit und günstigen Eigenschaften eines Schiffes hinweist; es ist deswegen von grundlegender Bedeutung, zu wissen, wieweit die Anschauung vom idealen Seegang der Wirklichkeit entspricht.

Die augenfälligste Größe ist zweifellos die Wellenhöhe $h$; man betrachtet sie mit Recht als kennzeichnenden Faktor des Seegangs. Demgegenüber wird die Bedeutung der Wellenlänge $\lambda$ oft unterschätzt; schon die Tatsache, daß die Periode der Welle eindeutig durch $\lambda$ festgelegt ist, zeigt, daß die Kenntnis der Wellenlänge ebenso wichtig wie die der Höhe sein kann. Die vom Seegang aufs Schiff ausgeübten *Krängungsmomente* hängen ceteris paribus im wesentlichen von dem größten Gradienten ($\pi h/\lambda$ für harmonische Wellen) oder dem ihm proportionalen Ausdruck $h/\lambda$ ab; daneben tritt bei den *Giermomenten* in geringerem Umfange und bei *Stampfmomenten* in entscheidendem Maße eine Abhängigkeit von dem Verhältnis Wellenlänge $\lambda$ zu Schiffslänge $L$ auf (Fig. 6), desgleichen auch für die *Tauchschwingungen* erregenden *Kräfte*.

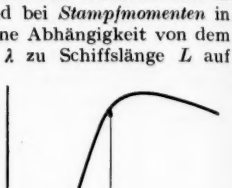


Fig. 6. Beispielhafter Verlauf der Stampfbewegungen hervorrufenden *Auftriebsmomente* in Abhängigkeit vom Verhältnis Wellenlänge $\lambda$ zu Schiffslänge $L$ (gleiche Wellenhöhen $h$, „idealer" Seegang).

Damit sind klare Forderungen für die statistische Wellenforschung gegeben. Es handelt sich darum, möglichst große Wellenfelder zu messen, aus denen nicht nur Höhe und Länge einer einzelnen Welle hervorgeht, sondern auch die Struktur des Seeganges, die uns unter anderem die Abweichungen vom regelmäßigen Seegang angibt. Daneben interessieren auch „pathologische" Ausartungen, wie Pyramidenseen und besonders große Gradienten, letztere selbst über kleine Bereiche im Hinblick auf kurze Fahrzeuge und Seeflugzeuge; dagegen können verschiedene Nebenerscheinungen außer acht gelassen werden.

Der *Wasserbau* braucht vor allem Angaben über die größten Höhen der vorkommenden Wellen, da diese in erster Linie die erforderliche Standsicherheit der Bauwerke bestimmen. Hier hat sich eine Unterschätzung der an bestimmten Orten auftretenden maximalen Wellen häufig gerächt, worüber in den Berichten des Weltkongresses für Schiffahrt in Brüssel 1935[6] wertvolles Material zu finden ist.

Wie mangelhaft unsere Kenntnis von den Wellenerscheinungen in den wichtigsten Küstengewässern ist, trat weiter zutage, als die *Seefliegerei* die Forderung nach Unterlagen über die Sicherheit von Notlandungen und Startmöglichkeiten stellte; zwangsläufig ergab sich daneben die Unzulänglichkeit und Willkür der üblichen Seegangsbezeichnungen. Mit der Energie, die alle Unternehmungen dieses neuen Zweiges der Technik kennzeichnet, ist man hier im Rahmen der Lilienthal-Gesellschaft ans Werk gegangen; es liegen schon wertvolle Forschungsberichte vor[8].

Wir betrachten kurz einige Ergebnisse der neuesten Messungen und die aus ihnen resultierenden Folgen.

Ich habe an anderen Stellen mehrfach darauf hingewiesen[9,10], daß frühere Angaben über die *größten* in bestimmten Meeresteilen auftretenden Wellen durchweg zu überprüfen sind; wir dürfen ihnen grundsätzlich keine größere Bedeutung

zubilligen, nachdem der erfahrenste lebende Beobachter V. CORNISH in seinem letzten Buche[11] ausführlich die Gründe für die Unterbewertung der Wellenlängen dargelegt und E. MEWES durch Vergleich von Schätzungen und Messungen[8] gezeigt hat, daß geübte Feuerschiffskapitäne die Wellenlängen in der Nordsee 2—4mal zu kurz angaben. Die Zusammenstellung in dem ausgezeichneten Buch von THORADE[1] über größte Wellenabmessungen (S. 52/53) ist überholt.

Nach unseren stereophotogrammetrischen Messungen[9] treten auf dem wichtigsten Schiffahrtsweg, dem Nordatlantischen Ozean, normalerweise bei schweren Stürmen Wellen von 14 m Höhe und etwa 200 m Länge auf; die größte festgestellte Höhe war 16 m und die Länge ungefähr 300 m. Wir müssen daher CORNISH Recht geben, daß Einzelwellen von über 20 m und gewaltigen Längen vorkommen können, bei deren Entstehung natürlich auch Interferenz eine Rolle spielen mag. Jedenfalls sind die Sturmwogen hier mindestens 50% höher und mehr als doppelt so lang, als in der offiziellen Literatur zu lesen stand.

Diese Ergebnisse besitzen eine erhebliche praktische Bedeutung aus folgenden Gründen[10, 10a]. Bei der Bemessung der großen Schnelldampfer wurde oft die Meinung vertreten, daß diese Riesenschiffe ziemlich unangefochten von schwerem Seegang ihre Reisen zurücklegen könnten, denn bei einer damals als maximal angesehenen Wellenlänge von 130—140 m hätten sich nur in Ausnahmefällen große Stampfschwingungen, die die Fahrt hemmen und schließlich die Sicherheit gefährden, ausbilden können. In Wirklichkeit erreichen, wie wir gesehen haben, die Wellen bei schweren Stürmen die volle Schiffslänge (250—300 m); damit treten (Fig. 6) ungeheure erregende Stampfmomente auf, deren Wirkung auf das Schiff durch Resonanz verstärkt werden kann. Die optimistischen Anschauungen über das Verhalten dieser Fahrzeuge in orkanartigen Stürmen haben sich nicht erfüllt, da sie auf falschen Voraussetzungen beruhten; auch die neuesten „Überschnelldampfer" müssen gelegentlich aus Gründen der Sicherheit ihre Geschwindigkeit herabsetzen.

Glücklicherweise haben sich die Ingenieure bei der Bemessung der Festigkeit von Schiffen selten um die unsicheren Angaben der Wellenforschung gekümmert, sondern die tragenden Verbände so berechnet, daß sie den ungünstigen Fällen der Beanspruchung, die bei einer Schiffslänge ungefähr gleich Wellenlänge eintreten, standhalten. Die Überraschungen hinsichtlich der größten Wellenabmessungen, insbesondere ihrer Längen, die man auch auf anderen Meeren erwarten muß, werden sich daher nur so auswirken, daß die Bewegungen der Schiffe ungünstiger werden als man vermutet hatte.

Auch die größten Wellenabmessungen in den Nebenmeeren sind früher unterschätzt worden. Nach der Mitteilung von MEWES[8] hat man in der Nordsee beim Feuerschiff Borkumriff Wellen von 8—9 m Höhe und 125 m Länge geschätzt. (Die Angabe über die Wellenlänge bei MEWES $\lambda = 150$ m ist nach Fig. 5 zu korrigieren.)

Im Mittelmeer ist am Hafen von Algier eine Welle von 9—10 m Höhe und 200 m Länge beobachtet[6], während man der Berechnung der Hafenmole $h = 5$ m $\lambda = 80$ m zugrunde gelegt hatte. Hier ist der Irrtum über die Größenordnung des Seeganges nicht so harmlos abgelaufen, wie in manchen anderen Fällen, denn die genannte Welle hat einen großen Teil der neu erbauten Hafenmole zerstört. Welche Abmessungen der Seegang im offenen Mittelmeer erreicht, läßt sich hieraus nicht abschätzen, wahrscheinlich wird es wesentlich länger werden können, als man bisher vermutete ($\lambda \approx 100$ m).

Die Frage, in welchen Gegenden des Weltmeeres die größten Wellen überhaupt auftreten, ist zur Zeit völlig offen, da frühere Angaben über die maximalen Abmessungen von Wellen im südlichen Weltmeer nicht über das hinausgehen, was wir auf dem Atlantischen Ozean beobachtet haben.

Diese Beispiele zeigen zur Genüge, wie sehr die Wellenforschung bis vor kurzem im argen lag; es wird daher ausgedehnter systematischer Messungen auf allen wichtigen Gewässern bedürfen, um nur die wichtigsten *praktischen* Forderungen zu befriedigen. Brauchbare Ergebnisse wird man von Beobachtern erwarten dürfen, die an gleichzeitigen Messungen und Schätzungen geschult sind.

Gegenüber den Fragen der Größenordnung des Seeganges tritt vorläufig das ebenfalls grundlegende Problem der Wellenform, das den Gegenstand zahlreicher theoretischer Untersuchungen gebildet hat, etwas zurück. Gute Meßbilder von hoher Dünung, die vom Standpunkt der Theorie besonders interessant wären, sind mir nicht bekannt. Es liegen verhältnismäßig zahlreiche Wellenprofile vor, an denen sich die Beobachtung bestätigt, daß die Leehänge zum Teil wesentlich steiler als die Luvhänge sind. Besonders sei auf die schönen Bilder von H. SCHUMACHER[13] und auf eine von G. SCHNADEL aus den Messungen nach WEISS (Meßfahrt „San Francisco") konstruierte Welle hingewiesen[12], die bei der stattlichen Höhe von ungefähr 14 m eine Länge von nur etwa 185 m besitzt, also ein Verhältnis $h/\lambda$ von fast 1 : 13. Irgendwelche Zusammenhänge zwischen dem Verhältnis $h/\lambda$ und der Wellenlänge lassen sich vorläufig nicht angeben; die gelegentlich hierüber mitgeteilten Erfahrungszahlen sind daher mit Vorsicht aufzunehmen. — Ebenso ist es zur Zeit noch müßig, nach mathematischen Kurven Ausschau zu halten, die eine Approximation der gemessenen Werte gestatten; einmal paßt eine Trochoide, das andere Mal ein Zug gebrochener Geraden[9]. Einige Angaben über große Wellengradienten finden sich in den am Schluß genannten Arbeiten[9, 13].

Die subjektive Beobachtung weist darauf hin, daß auch in schwerer Sturmsee eine größere Anzahl einigermaßen gleicher Wellenberge hinter-

einander abrollen, Voraussetzungen für eine Resonanz also gegeben sein könnten[9]. Meßwerte sind nur für kleine Seegänge der Küstengewässer bekannt; W. PABST hat aus solchen den zeitlichen Verlauf der mittleren und größten Wellenhöhen graphisch dargestellt[7], wobei sich in diesem Falle ergab, daß die letzteren etwa doppelt so groß wie die ersteren waren; d. h. die Streuung ist sehr stark. Hinsichtlich der Struktur des Seeganges befinden wir uns im Anfangsstadium der Erkenntnis, wenn auch noch manche Ergebnisse der Meßfahrten auf der „San Francisco"[12] und „Deutschland"[13] zu erwarten sind.

Bei dem mehr als dürftigen Stand der Wellenforschung ist es, wie wir schon betont haben, noch verfrüht, Vorschläge für eine neue Klassifizierung der Seegänge statt der alten, technisch unbrauchbaren zu machen. Als Hauptleitzahl wird die Wellenhöhe, vielleicht in der Form der Angabe des Schwankungsbereiches erscheinen, als Beizahl die Wellenlänge; mindestens ein Hinweis auf den Charakter (längere regelmäßige Folgen) wird erforderlich sein, dazu gegebenenfalls eine Trennung von Windsee und Dünung, wie heute üblich. Es ist aber nicht zu zweifeln, daß man eine vernünftige Beschreibung finden wird, wenn wir erst etwas klarer sehen, was an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten auf See tatsächlich geschieht.

Der notwendigerweise flüchtige Überblick lehrt uns, daß die Seegangsforschung sich in vielen Beziehungen in den Anfängen der Entwicklung befindet. Es ist bis jetzt nicht geglückt, festzustellen, wieweit die Dünung der Theorie der permanenten freien Oberflächenwellen entspricht; zum Studium der Entstehung der Windsee und der Struktur der Windwellen trägt letztere wenig bei. JEFFREYS und STANTON haben Methoden vorgeschlagen, die als Ausgangspunkt für das wissenschaftliche Experiment geeignet erscheinen; es erhebt sich die Forderung, eine geeignete Versuchsanlage in großem Maßstabe zu schaffen, in der die Probleme weiter geklärt werden können.

Die statistische Wellenforschung ist früher zum großen Teil Angelegenheit von Liebhabern gewesen, denen wir manche Einsichten verdanken; die älteren *quantitativen* Ergebnisse, insbesondere über die größten Wellen auf einzelnen Meeresteilen, waren notwendigerweise unzulänglich, in vielen Fällen falsch. Die gegenwärtige Entwicklung auf wissenschaftlicher Basis wird in hohem Maße von technischen Bedürfnissen bestimmt; da die notwendigen Hilfsmittel vorliegen, ist das Problem im Rahmen der praktischen Erfordernisse reif zur Lösung. Der notwendige Arbeitsaufwand wird natürlich ungeheuer sein. Vom Standpunkt der geistigen und materiellen Ökonomie ist zu hoffen, daß grundsätzlichen Zusammenhängen auch bei der Behandlung von konkreten Aufgaben die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wird, wie das bei Arbeiten mancher älterer Forscher trotz mangelhafter Ausrüstung mit Meßapparaten der Fall war.

*Literatur.*

[1] THORADE, Probleme der Wasserwellen. Hamburg 1931. — [2] JEFFREYS, Proc. Roy. Soc. A **107** (1925) (1926). — [3] MOTZFELD, Z. angew. Math. Mech **1937**. — [4] STANTON MARSHALL and HOUGHTON, Proc. Roy. Soc. A **137** (1937). — [5] KEMPF, Trans. Soc. Nav. Arch. Mar. Eng. N.Y. **1936**. — [6] Weltkongreß für Schiffahrt, Bericht 7, Brüssel 1935. — [7] W. PABST, Z. Motorluftschiffahrt **1933**. — [8] E. MEWES, Jb. Luftfahrtwiss. **1937**. — [9] G. WEINBLUM, Jb. Schiffbautechn. Ges. **1936**. — [10] G. WEINBLUM, Forsch. u. Fortschr. **1937** — Dtsch. Technik **1937**. — [11] V. CORNISH, Ocean waves **1935**. — [12] G. SCHNADEL, Trans. N. E. Coast Inst. Shipb. Mar. Eng. **1938**. — [13] SCHUMACHER, Jb. Lilienthal-Ges. **1936**. — [14] G. WEISS, Jb. Schiffbautechn. Ges. **1936**.

# Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

## Über die Anreicherung von Deuteriumoxyd durch Elektroosmose.

Die Dielektrizitätskonstante von $D_2O$ (80,5) ist kleiner als die von $H_2O$ (82). Andererseits ist die innere Reibung von $D_2O$ (12,6) größer als die von $H_2O$ (10,1). Es muß somit $D_2O$ langsamer als $H_2O$ elektroosmotisch durch ein Diaphragma wandern. Bei der Durchführung einer Elektroosmose eines $D_2O/H_2O$-Gemisches besteht demnach die Möglichkeit, daß sich $D_2O$ im Anodenraum anreichert. Es wurden deshalb Versuche vorgenommen, um festzustellen, ob eine solche Anreicherung überhaupt stattfindet und dann auch, um den Anreicherungsfaktor einer solchen Trennung zu bestimmen.

Zur Durchführung der Versuche wurde von 2proz. $D_2O$ ausgegangen und dieses mehrfach auf die Hälfte, in einem Versuche auf $^1/_{30}$ elektroosmotisch eingeengt. Als Diaphragma diente eine poröse Tonzelle von 4 mm Wandstärke, 65 mm Innendurchmesser und 160 mm Höhe. Als Anode wurde ein Magnetitstab verwendet und als Kathodenmaterial Zinkblech. Als Anodenraum war der innere Raum der Tonzelle vorgesehen. Der $D_2O$-Gehalt der Anodenflüssigkeit wurde jeweils durch Dichtebestimmung mit einem 10-ccm-Pyknometer ermittelt. Die Ergebnisse einer Versuchsreihe sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

| Ausgangswasser | | Angereichertes Wasser | | Anreicherungsfaktor |
|---|---|---|---|---|
| Menge ccm | $D_2O$-Gehalt % | Menge ccm | $D_2O$-Gehalt % | |
| 1000 | 1,87 | 450 | 1,95 | 1,055 |
| 435 | 1,95 | 245 | 2,03 | 1,078 |
| 230 | 2,03 | 105 | 2,12 | 1,057 |
| 90 | 2,12 | 25 | 2,23 | 1,043 |
| 830 | 1,56 | 25 | 1,96 | 1,07 |

Hieraus ergibt sich im Mittel ein Anreicherungsfaktor von 1,06.

Bei diesem Wert kann es sich natürlich noch nicht um einen endgültigen Wert handeln, sondern nur um die Größenordnung des Anreicherungsfaktors. Dieser wird natürlich von den Versuchsbedingungen abhängig sein, insbesondere von der Art des Diaphragmas. Ferner mußten, wie aus der Tabelle ersichtlich, Unterschiede im $D_2O$-Gehalt herangezogen werden, die bestimmt als solche vorhanden sind, jedoch zum größten Teil erst in der 3. Stelle liegen und somit nicht ganz sicher sind [vgl. z. B. P. HARTECK, Z. Elektrochem. 44, 3 (1938)].

Hannover, den 24. Februar 1938. ST. v. THYSSEN.

## Zur Frage der Energiewanderung in Kristallen und Molekülkomplexen.

In verschiedenen physikalischen, physiko-chemischen und biologischen Problemen ist man auf Grund der experimentellen Befunde zu der Annahme gezwungen worden, daß die an einer Stelle eines Kristalls oder einer größeren Gruppe von Molekülen absorbierte Energie in diesen Komplexen frei wandern kann, so daß sie an bestimmten anderen Stellen des Komplexes verfügbar ist. So werden z. B. in einigen LENARD-Phosphoren die Leuchtzentren sicher nicht durch unmittelbare Lichtabsorption in den Zentren angeregt[1]. Die anregende Strahlung wird vielmehr im Grundgitter selbst absorbiert und, wie die hohe Quantenausbeute zeigt, praktisch verlustfrei auf die bis zu 100 Netzebenen voneinander entfernten Leuchtzentren übertragen.

Ähnliche Verhältnisse liegen auch beim Problem der Kohlensäureassimilation vor, wo sogar die Energien von vier unabhängig voneinander in einem Komplex von etwa 2000 Chlorophyllmolekülen absorbierten Lichtquanten an einer Stelle des Komplexes zusammenwirken müssen[2]. Schließlich werden Fälle derartiger Energiewanderungen über größere Bereiche innerhalb der Chromosomen bei Strahlungsmutationen von Genen beobachtet[3].

Nun ist in Kristallen und sinngemäß übertragen auch in Komplexen gleichartiger Moleküle das „Wandern" von Energie kein Problem. Denn, wie schon die Ausbildung der Energiebänder zeigt, treten innerhalb der Kristalle die Elektronen miteinander in Austausch, so daß es nicht möglich ist, die Elektronen in den ausgebildeten Bändern innerhalb eines Kristalls zu lokalisieren. Jedes dieser Elektronen gehört dem ganzen Kristall an. Demgemäß wird bei einer Lichtabsorption, bei der ein Elektron aus einem Energieband in ein anderes gehoben wird, der ganze Kristall angeregt und nicht etwa nur ein einzelnes seiner Atome. Da diese Einheit durch den quantenmechanischen Austausch bedingt ist, gelten diese Überlegungen ganz allgemein in sämtlichen Fällen, in denen Wechselwirkungen in Atom- und Molekülgesamtheiten auftreten, was man für den Chlorophyllkomplex und wohl auch für die fraglichen Genkomplexe annehmen kann[4].

Die eigentliche Frage, die beim Problem der Energiewanderung zu beantworten ist, ist die nach der schließlichen Lokalisierung der Energie an bestimmten Stellen im Kristall oder im Molekülkomplex, die irgendwie ausgezeichnet sind. Dies ist unseres Erachtens das Problem bei allen den Phosphoreszenzerscheinungen, bei denen die optische Anregung im Grundgitter erfolgt. Hierüber wird an anderer Stelle ausführlich berichtet.

Berlin, den 1. März 1938.

F. MÖGLICH. M. SCHÖN.

## Die Schmelzkurve des Kautschuks und der Guttapercha.

Bekanntlich zeigen Kautschuk und viele kautschukähnliche Substanzen, z. B. elastischer Schwefel und Polyphosphornitrilchlorid, beim Dehnen Kristallinterferenzen, die beim Entspannen wieder verschwinden. Der Schmelzpunkt wird also durch Zug erhöht; v. SUSICH hat röntgenographisch die Lage des Schmelzpunktes in Abhängigkeit von der Deformation bestimmt und so eine „Schmelzkurve" erhalten[5]. Die Erscheinung erklärt sich mit Hilfe der kinetischen Theorie der Elastizität des Kautschuks (K. H. MEYER, v. SUSICH und VALKÓ 1932[6]). Nach dieser Theorie beruht die Kraft des gespannten Kautschuks darauf, daß die Wärmebewegung die durch Zug gestreckten und somit in eine wenig wahrscheinliche Lage und Form gebrachten Hauptvalenzketten in die statistisch begünstigten verkrümmten und dadurch verkürzten Formen zurückzubringen sucht. Denn infolge der freien Drehbarkeit sind viele verkrümmte Formen möglich gegenüber nur einer maximal gestreckten Form; die thermodynamische Wahrscheinlichkeit $\mathfrak{W}$ und, wegen $S = R \ln \mathfrak{W}$, die Entropie $S$ sind also im verkürzten Zustand größer als im gestreckten[1].

Beim Schmelzpunkt gilt nun

$$E_{am} - E_{krist} = T(S_{am} - S_{krist})$$

($E$ = Energie im amorphen bzw. kristallisierten Zustande).

Da nun $S_{am}$ im gedehnten Zustande kleiner ist als im ungedehnten, wird auch $(S_{am} - S_{krist})$ kleiner; da weiter die Schmelzwärme $E_{am} - E_{krist}$ wenig temperaturabhängig ist, muß $T$ steigen, sobald $(S_{am} - S_{krist})$ kleiner wird.

Quantitative Beziehungen ergibt folgender Kreisprozeß: Kautschuk, der in gestrecktem Zustand kristallisiert ist und unter der Zugkraft $K$ sich befindet, wird bei der gerade oberhalb des Schmelzpunktes liegenden Temperatur $T$ geschmolzen, wobei die Schmelzwärme $\lambda$ zugeführt wird und er sich um die Länge $l$ kontrahiert, so daß die Arbeit $l \cdot K$ gewonnen wird. Man kühlt auf die gerade unterhalb des Schmelzpunktes liegende Temperatur $T - \Delta T$ ab und bringt nun den Kautschuk wieder zur Kristallisation, wofür die Arbeit $(K - \Delta K)l$ erforderlich ist und wobei die Kristallisationswärme $\lambda$ abgegeben wird. Die gewonnene Arbeit ist also $lK - (K - \Delta K)l = l\Delta K$; auf Grund des zweiten Hauptsatzes ist:

$$\lambda = T \frac{l\, dK}{dT}.$$

Zu Versuchen eignet sich die Gutta wegen ihrer raschen Kristallisation; allerdings muß man schwach vulkanisierte Gutta verwenden[2], um die Relaxation auszuschalten, die bei

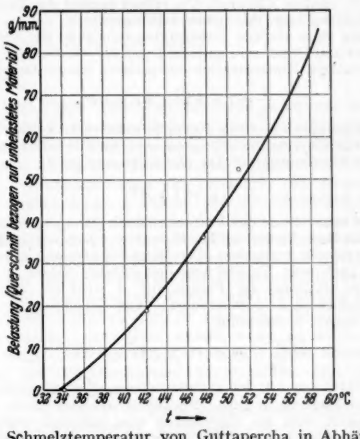


Fig. 1. Schmelztemperatur von Guttapercha in Abhängigkeit von der Belastung.

unvulkanisierter Gutta das Arbeiten unter reversiblen Bedingungen ausschließt. Maximal gedehnte kristallisierte Gutta in vollkommener Faserorientierung wurde unter verschiedenen Belastungen erwärmt; der Schmelzpunkt ist am Einsetzen der Kontraktion leicht zu erkennen und auf 1° genau zu bestimmen. Fig. 1 zeigt die Schmelzkurve[3]. In der Tabelle sind die Verkürzungen eines Guttafadens angegeben samt der zugehörigen Belastung.

---

[1] S. z. B. N. RIEHL, Ann. Physik [5] **29**, 636 (1937).

[2] S. z. B. K. WOHL, Z. physik. Chem. B. **37**, 108 (1937).

[3] TIMOFÉEFF u. DELBRÜCK (nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. TIMOFÉEFF).

[4] Es ist sogar wahrscheinlich, daß z. B. im oben erwähnten Chlorophyllproblem die Chlorophyllmoleküle ein Kristallgitter bilden [S. J. WEISS, Nature (Lond.) **14**, 3567, 248].

[5] Naturwiss. **18**, 915 (1930). Siehe auch P. A. THIESSEN u. W. WILLSTADT, Z. physik. Chem. B **29**, 359 (1935).

[6] Kolloid-Z. **59**, 208 (1932). Vgl. auch BUSSE, J. physic. Chem. **34**, 2870 (1932). — GUTH u. MARK, Mh. Chem. **69**, 93 (1934). — K. H. MEYER u. FERRI, Helvet. chim. Acta **18**, 570 (1935). — W. KUHN, Kolloid-Z. **76**, 258 (1936).

[1] K. H. MEYER, IX. Congrès international de Chimie **4**, 130 (1934).

[2] Herrn Dr. VAN ROSSEM sei für die Überlassung einer geeignet vulkanisierten Gutta verbindlichst gedankt.

[3] Strenggenommen handelt es sich nicht um einen scharfen Schmelzpunkt, sondern um einen „Schmelzbereich" von etwa 2°.

Es ergibt sich die Schmelzwärme der Gutta zu $8 \pm 2$ cal/g. Der Wert liegt nahe dem Wert für Kautschuk, den HOCK[1] durch direkte Messung der Dehnungswärme zu 7 cal/g bestimmte.

Da Kautschuk wie auch Gutta in kristallisiertem Zustand eine größere Dichte haben als im amorphen, muß der Schmelz-

Tabelle 1. Kontraktion beim Schmelzen eines verschieden belasteten Guttafadens. Länge ungedehnt 1 cm; Querschnitt 1 qmm, Länge maximal gedehnt 5,5 cm.

| Belastung in g/qmm Querschnitt des ungedehnten Stücks | Kontraktion $l$ in cm | Schmelztemperatur ° C |
|---|---|---|
| 0 | 4,5 | 34 |
| 19 | 4,03 | 41 |
| 36 | 3,67 | 47,5 |
| 54 | 3,04 | 51 |
| 84 | | 57 |

punkt auch durch allseitigen Druck heraufgesetzt werden. Die röntgenographisch bestimmte Dichte[2] des kristallisierten Kautschuks beträgt 1,02; die Dichte des amorphen $\cong 0{,}94$; aus diesen Zahlen und der Schmelzwärme $\sim 7$ cal/g berechnet sich ein Ansteigen des Schmelzpunktes um 0,09° pro Atmosphäre Druckzunahme. Wie kürzlich KIRSCH[3] zeigte, wird durch allseitigen Druck die Temperatur, bei der Kristallisation einsetzt, erhöht.

Genf, Laboratoires de Chimie inorg. et org. de l'Université, den 3. März 1938. KURT H. MEYER.

## Zur experimentellen Prüfung der Falkenhagenschen Theorie der Zähigkeit wässeriger Lösungen starker Elektrolyte.

Die relative Zähigkeit $\eta/\eta_0$ ($\eta$ und $\eta_0$ sind die Zähigkeiten der Lösung bzw. des reinen Lösungsmittels) der wässerigen Lösung eines starken Elektrolyten läßt sich, wie zuerst von JONES und DOLE[4] rein empirisch gezeigt wurde, als Funktion der molaren Konzentration des gelösten Salzes darstellen als

$$\frac{\eta}{\eta_0} = 1 + A\sqrt{c} + Bc + Dc^2 . \qquad (1)$$

Theoretisch konnten FALKENHAGEN und VERNON[5] zeigen, daß für die relative Zähigkeit $\eta/\eta_0$ im Grenzfall unendlich hoher Verdünnungen das Quadratwurzelgesetz

$$\frac{\eta}{\eta_0} = 1 + A\sqrt{c} \qquad (2)$$

gelten muß. Es ist den Verfassern auch gelungen, eine Formel für die Berechnung des Koeffizienten $A$ bei einem beliebigen Elektrolyten anzugeben. Der Wert von $A$ hängt unter anderem auch vom Valenztypus des gelösten Salzes ab.

Die Prüfung der Formel für $A$ wird am einfachsten folgendermaßen durchgeführt. Aus Gleichung (1) erhält man durch Umformung

$$\frac{\eta/\eta_0 - 1}{\sqrt{c}} = \psi = A + B\sqrt{c} + D(\sqrt{c})^3 . \qquad (3)$$

Bildet man aus den gemessenen $\eta/\eta_0$-Werten die Funktion $\psi$ und trägt sie in einem Koordinatensystem gegen $\sqrt{c}$ auf, so erhält man im allgemeinen eine schwach gekrümmte Kurve. Man setzt nun die Messungen so weit in das Gebiet hoher Verdünnungen fort, bis der Verlauf von $\psi$ gradlinig wird. Durch Extrapolation des geradlinigen Teiles bis zu seinem Schnitt mit der Ordinatenachse erhält man den Wert für $A$.

Die auf diese Art ermittelten Werte $A$ stimmen, wie durch Arbeiten englischer und amerikanischer Autoren gezeigt wurde, bei Salzen vom Typus 1—1 (z. B. KCl) ausgezeichnet mit den von der Theorie geforderten überein. Messungen über Salze vom Typus 2—2 lagen bis vor kurzem nur für $MgSO_4$ vor und ergaben nach COX und WOLFENDEN[1] eine große Abweichung des experimentellen Wertes für $A$ von der Theorie ($A_{\text{theor}} = 0{,}022$, $A_{\text{exp}} = 0{,}0066 \pm 0{,}0005$ bei 18°).

Kürzlich veröffentlichte Messungen des Verfassers an Salzen vom Typus 2—2 ($CuSO_4$, $ZnSO_4$ und $MgSO_4$ bei 25°) ergaben bei den beiden ersten Salzen eine ausgezeichnete Übereinstimmung mit der Theorie, beim $MgSO_4$ wurden die Messungen von COX und WOLFENDEN bestätigt. Die kleinste Meßkonzentration war hierbei $5{,}87 \cdot 10^{-4}$ Mol/Liter.

Die Messungen an dem 2—2-Typus wurden inzwischen vom Verfasser fortgesetzt, und dabei zeigte sich beim $MnSO_4$ der in Fig. 1 wiedergegebene Verlauf der Funktion $\psi$. Nach

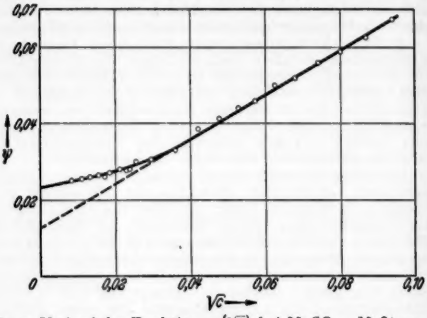


Fig. 1. Verlauf der Funktion $\psi(\sqrt{c})$ bei $MnSO_4$. Meßtemperatur 25°.

einem innerhalb der Zeichengenauigkeit als geradlinig anzusprechenden Teil biegt die Kurve im Gebiete sehr hoher Verdünnungen (der letzte gemessene Punkt entspricht der Konzentration $6{,}76 \cdot 10^{-5}$ Mol/Liter) um und läßt sich ohne Zwang nach dem theoretischen Wert für $A = 0{,}023$ extrapolieren. Setzt man die Messungen nicht so weit in das Gebiet kleiner Konzentrationen fort, dann erhält man durch Extrapolation des zeichnerisch von einer Geraden nicht zu unterscheidenden Teiles, der als etwas langgezogenes Wendegebiet anzusprechen ist, einen falschen Wert für $A$. Wie vorläufige Versuche zeigten, liegen auch beim $MgSO_4$ dieselben Verhältnisse wie beim $MnSO_4$ vor. Hierüber soll demnächst berichtet werden.

Breslau, Physikalisches Institut der Universität, den 12. März 1938. ERIK ASMUS.

## Über Hautbräunung im Sonnenlicht.

Die Mitteilungen von I. HAUSSER und von SCHULZE und HENSCHKE in dieser Zeitschrift (1938, H. 9, S. 137 u. 142) über Pigmentbildung durch ultraviolette Strahlen sind die Veranlassung, nunmehr auch die folgenden, größtenteils schon 1933 gewonnenen Ergebnisse zu veröffentlichen.

Wir hatten uns die Frage gestellt: Welche Absorptionseigenschaften muß ein Mittel besitzen, das im Sonnenlicht vor Verbrennungen schützen, gleichzeitig aber kräftige Bräunung zulassen soll. Aus der Literatur waren zwar die quantitativen Zusammenhänge zwischen Erythem und Wellenlänge des eingestrahlten Lichtes bekannt (K. W. HAUSSER u. a.) sowie die Möglichkeit der Pigmentbildung durch langwelliges Ultraviolett (FREUND, JÜNGLING, PEEMÖLLER u. a.). Quantitative Erfahrungen über die Beziehungen zwischen Hautbräunung und Sonnenspektrum lagen dagegen nicht vor. Daher unternahmen wir folgende Versuche.

In gemeinsamer Arbeit mit Dr. WIEGAND, Elberfeld, wurden organische Substanzen ausgewählt und aufgebaut, die in Form fester Filterschichten auf Uviolglas das kurzwellige Ultraviolett von bestimmten Spektralstellen ab mit scharfer Grenze abschnitten. In bekannter Weise wurden einzelne, nahe nebeneinander liegende Felder der Haut bestrahlt, teils mit den Filtern, teils mit Uviolglas (zum

[1] MEMMLER, Handbuch der Kautschukwissenschaft, S. 489.
[2] LOTMAR u. K. H. MEYER, Mh. Chem. 69, 115 (1936).
[3] Z. angew. Chem. 50, 964 (1937).
[4] Vgl. z. B. G. JONES u. S. K. TALLEY, J. amer. chem. Soc. 55, 4124 (1933).
[5] H. FALKENHAGEN u. E. L. VERNON, Physik. Z. 33, 140 (1932).

[1] W. M. COX u. J. H. WOLFENDEN, Proc. roy Soc. Lond. (A) 145, 475 (1934).
[2] E. ASMUS, Z. Physik 108, 491 (1938).

Ausgleich von Reflexionsverlusten) überdeckt. Die Versuche kamen an dunkel- und hellhäutigen Personen 1933 in Seehöhe (Langeoog) und in 130 m Höhe (Elberfeld), 1935 in etwa 3000 m Höhe (Corvatschgletscher, Engadin) an klaren Sommertagen von 10—14 Uhr zur Ausführung. Die mit Filtern belegten Hautfelder (Oberschenkel) wurden je 4 Stunden lang bestrahlt, die ungeschützten Felder kürzer in abgestuften Zeiten; die letzteren ergaben „Schwärzungsmarken" zur Auswertung. Einige Stunden bis mehrere Tage nach

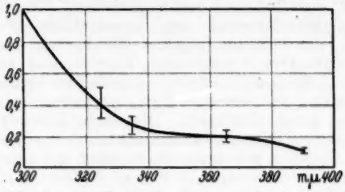


Fig. 1. Abszissen: Absorptionsgrenzen der Filter in mμ. Ordinaten: Verhältniszahlen der Zeiten, in denen ungefilterte und gefilterte Sonnenstrahlung gleiche Bräunung bewirken. Die Striche geben die Streubereiche an; durch ihre Mitte ist die Kurve gelegt.

den Bestrahlungen zeigten einzelne durch Filter bestrahlte und besonders die am längsten ungeschützt bestrahlten Felder eine stark rote, ins Bräunliche spielende Färbung; schwaches Erythem und Pigment schienen sich zu überdecken, wobei anfangs das Rot des Erythems vorherrschte. Die übrigen Felder wiesen dagegen einen ausgesprochen bräunlichen Ton auf. Durch diese Verschiedenheit der Färbungen kurz nach den Bestrahlungen erschwert, wurde der Vergleich der Felder nach wenigen Tagen aber einwandfrei möglich, als der rötliche Ton verschwand und ein dunkles Braun übrig blieb. Die Auswertung erfolgte unter der Annahme der Gültigkeit des BUNSEN-ROSCOEschen Gesetzes mit Hilfe der „Schwärzungsmarken" und wurde über 2 bis 3 Wochen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in dem Schaubild dargestellt. Sie zeigen z. B.: Das Sonnenlicht braucht zur Bildung derselben Bräunung ohne die ultravioletten Strahlen unter 390 mμ etwa 10mal länger als mit seiner gesamten Strahlung bis 300 mμ. — Wenn man zur Vermeidung des reizerregenden Erythems die Sonnenstrahlen unter etwa 325 mμ durch Filter abschirmt, muß man sich der Sommersonne 2- bis 3mal länger aussetzen, um dieselbe Bräunung wie ohne jedes Filter zu erzielen.

Über die praktischen Folgerungen, die aus diesen Beobachtungen für den Sonnenlichtschutz gezogen wurden, wird an anderer Stelle ausführlicher berichtet.

Wuppertal-Elberfeld, Physikalisches Laboratorium der I. G. Farbenindustrie A.-G., Werk Elberfeld, den 12. März 1938. E. MERKEL.

### Koferment der d-Alanin-Dehydrase.

Bei Versuchen, das Koferment der d-Alanin-Dehydrase zu isolieren, haben wir ein in Wasser schwerlösliches, orangefarbenes Bariumsalz erhalten, dessen Absorptions-Spektrum im Sichtbaren das Flavin-Spektrum ist. Bei der alkalischen Photolyse liefert die Substanz 1 Molekül Luminoflavin pro Atom Ba, bei der sauren Hydrolyse 2 Moleküle Adenin pro Atom Ba. Bei der Elementaranalyse fand W. LÜTTGENS:

35,74 % C, 3,77 % H, 20,6 % N, 4,64 % P, 9,9 % Ba,

aber keinen Schwefel und kein Halogen, also etwa die empirische Zusammensetzung

$$C_{41}H_{52}N_{20}P_2Ba_1O_{22}.$$

0,1 γ des Präparats bewirkte in unserm Test[1] die Übertragung von 1 cmm Sauerstoff pro Minute.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für Zellphysiologie, den 27. März 1938.
OTTO WARBURG. WALTER CHRISTIAN.

[1] Biochem. Z. 295, 261 (1938).

## Besprechungen.

KALLMANN, H., **Einführung in die Kernphysik.** Leipzig und Wien: Franz Deuticke 1938. 216 S., 14 Abbild. und 11 Tabellen. 17 cm × 25 cm. Preis RM 12.—, geb. RM 14.40.

Die schon recht stark angewachsene Literatur über Kernphysik wird hier um eine neue „Einführung" bereichert. Sie geht in den vorausgesetzten Vorkenntnissen wenig, im Umfang, Inhalt und Preis stärker über das gleichnamige Bänchen von RIEZLER hinaus. Sie nimmt ihren Ausgangspunkt bei der älteren Auffassung, nach der Protonen und Elektronen als die Bausteine der Kerne galten, und schildert kurz ihre Erfolge und ihr Versagen. Ein zweites Kapitel stellt die Eigenschaften der vier heute sicher bekannten Elementarteilchen Elektron, Proton, Positron und Neutron mit allem, was sich experimentell und in einfacher Form theoretisch über sie sagen läßt, mit einer gewissen Ausführlichkeit zusammen. Der größte Teil des Buches ist dem Aufbau der Kerne gewidmet, wobei Isotopensystematik, Radioaktivität, Energieinhalt, Größe, Momente und angeregte Zustände der Kerne je auf 10—20 Seiten beschrieben sind. Die letzten 50 Seiten sind den Kernreaktionen gewidmet.

Wer das Buch als Einführung lesen will, wird für die verhältnismäßig breite, umkomplizierte Schreibweise dankbar sein, die im allgemeinen das Experiment in den Vordergrund stellt und von theoretischen Überlegungen nicht mehr bringt, als der durchschnittliche Experimentalphysiker zu erfahren wünscht. Dem Leser, der tiefer eindringt, können aber auch manche Mängel des Buches nicht entgehen. An verschiedenen Stellen stehen ungründliche oder veraltete Darstellungen, an denen eine zutreffende Wiedergabe des Sachverhaltes der Verständlichkeit gewiß nicht geschadet hätte. Zwei Beispiele seien genannt. Im ersten Satz des Abschnittes über das Elektron wird die Schrödinger-Gleichung angeschrieben, ohne daß aus ihr später mathematische Konsequenzen gezogen würden; dabei werden alle in ihr vorkommenden Buchstaben (Koordinaten, Naturkonstanten usw.) erklärt, mit Ausnahme der Wellenfunktion $\psi$ selbst. Ist die Gleichung unter diesen Umständen nicht für den Leser, der sie kennt, entbehrlich, für den, der sie nicht kennt, unverständlich? S. 84 sind die Spektren der $\beta$-Strahler durch eine rund ein Jahrzehnt alte Figur dargestellt, auf der heute wohl keine einzige Kurve mehr als richtig gelten kann. Ungewöhnlich groß ist auch die Zahl der Druckfehler. Dem Lernenden, zumal wenn er kritisch zu lesen weiß, wird das Buch trotzdem viele Schwierigkeiten des Verständnisses überbrücken und damit gute Dienste tun.

C. F. v. WEIZSÄCKER, Berlin-Dahlem.

LOTZE, REINHOLD, **Zwillinge.** Oehringen: Hohenlohesche Buchhandlung. Ferd. Rau 1937. 176 S. und 101 Abbild. 16 cm × 24 cm. Preis geb. RM 4.50.

Eine zusammenfassende und dabei allgemeinverständliche Darstellung der innerhalb des letzten Jahrzehntes zu immer größerer Bedeutung gelangten Zwillingsforschung, eines der wertvollsten Gebiete der menschlichen Erblehre, hat bislang gefehlt. Das vorliegende Buch, das jedem wissenschaftlich-medizinisch interessierten Leser auf das wärmste empfohlen werden muß, bringt in klarer und anschaulicher Weise, unterstützt durch reichhaltiges, sorgfältig ausgewähltes Bildmaterial, einen vorzüglichen Überblick unseres heutigen Wissens auf dem großen Gebiete der Zwillingsforschung. Besonders eingehend werden erörtert: die Zwillingsbildung in Pflanzen- und Tierwelt, die Entstehung und Häufigkeit von Zwillingen und höheren Mehrlingen beim Menschen, die Eiigkeitsdiagnose, die

Zwillingsmethode und ihre Bedeutung für die menschliche Erblehre, die Ergebnisse der speziellen Zwillingsforschung sowohl an körperlichen als auch an seelischen Eigenschaften. Hervorzuheben sind ferner: die wichtigen Ausführungen über Sonderbegabung, über Handschrift und Charakter, über die Veranlagung zu Kriminalität. An Hand ausführlich zusammengestellten amerikanischen Materiales von getrennt erzogenen eineiigen Zwillingspaaren befaßt sich LOTZE mit der Frage der Umwelteinwirkung auf die Gestaltung der Persönlichkeit. An einer Reihe packender, aus dem Leben gegriffener Beispiele wird gezeigt, welch starken und eindrucksvollen Beweis die Zwillingsforschung für die Macht der Vererbung abzugeben vermag.

LEONORE LIEBENAM, Frankfurt a. M.

SAPPER, KARL, **Mittelamerika.** (Unter Mitarbeit von WALTER STAUB.) Handbuch der Regionalen Geologie, H. 29. Heidelberg: C. Winter 1937. 160 S., 15 Abbild. und 11 Tafeln. 18 cm × 26 cm. Preis brosch. RM. 23.—.

Das Handbuch der Regionalen Geologie, herausgegeben zunächst von G. STEINMANN und O. WILCKENS und nach STEINMANNS Tode von O. WILCKENS allein, ist ein großzügig angelegtes Werk, das in geologischen Einzelmonographien bestimmter Länder schließlich die ganze Erde umfassen sollte. Es war nach seiner Begründung im Jahre 1910 zunächst kräftig vorangeschritten, ist jetzt aber ziemlich ins Stocken geraten, und es ist wohl auch nicht zu erwarten, daß es zu Ende gebracht wird. Das ist schließlich auch nicht zu bedauern; denn ein Lieferungswerk, dessen Erscheinen sich jetzt schon, wo es erst zum kleineren Teil erledigt ist, über fast 3 Jahrzehnte erstreckt, würde doch bei seinem Abschluß mit Rücksicht auf die Veraltung der älteren Teile recht ungleichwertig sein. Dazu sind ja andere wissenschaftliche Unternehmungen auf dem Plan erschienen, die den Zweck, den das Handbuch der Regionalen Geologie sich gestellt hatte, innerhalb einer verhältnismäßig kurzen Zeitspanne zu erfüllen suchen und auch zu erfüllen scheinen.

Wenn also auch das Gesamtziel des Handbuches der Regionalen Geologie, wie es STEINMANN einst vorgeschwebt hatte, nicht erreicht werden wird, so pflegen doch die Einzelmonographien, die nacheinander in den Heften des Handbuches erscheinen, von recht erheblichem selbständigem Werte zu sein. Ein glänzendes Beispiel dafür ist das jetzt vorliegende 29. Heft, behandelnd das festländische Mittelamerika und verfaßt unter Mitarbeit von WALTER STAUB, Bern, von KARL SAPPER, dem Altmeister der Morphologie und Geologie jenes Erdteiles. SAPPER selbst hat, zum Teil in schon Jahrzehnte zurückliegenden Arbeiten, die wichtigsten Fundamente für die geologische Erkenntnis Mittelamerikas beigebracht und erweist jetzt der Wissenschaft den großen Dienst, zusammenfassend darzustellen, was wir über die Geologie Mittelamerikas wissen. Und mit dem Studium des Buches erkennen wir wieder, wieviel in der Erkenntnis Mittelamerikas gerade SAPPER selbst geleistet hat und daß wir in bezug auf viele Fragenkomplexe erst wenig über das hinausgekommen sind, was er, zum Teil schon vor Jahrzehnten, feststellte. Gewiß ist SAPPER in der wissenschaftlichen Welt vor allem als der große Vulkanologe bekannt, und Mittelamerikas Vulkanismus ist das Hauptgebiet seiner Forschungen gewesen. Von solchen Dingen ist natürlich viel und in meisterhafter Weise in der vorliegenden Gesamtdarstellung die Rede und muß auch die Rede sein, da es sich um ein Land handelt, in dem der Vulkanismus eine ganz große Rolle spielt. Aber keineswegs kommen darüber andere geologische und morphologische Richtungen zu kurz. Vielmehr wird uns z. B. auch eine recht schöne Übersicht über die Schichtfolge und geologische Vergangenheit Mittelamerikas gegeben, wobei mancherlei wichtige Einzelheiten zum erstenmal mitgeteilt werden, die SAPPER zum Teil von den in Mittelamerika arbeitenden Ölgeologen zugegangen sind.

Es wird uns gezeigt, wie alte Faltungen von nicht sicher bestimmbarem, aber zum Teil wohl präkambrischem, zum Teil auch erst variszischem Alter im nördlichen Mittelamerika ein Grundgebirge geschaffen haben, das sich im jüngsten Oberkarbon und Perm mit Produkten lateritischer Verwitterung bedeckte. Dieses „Rotland" wurde — zunächst oszillatorisch und darauf andauernd — durch ein vom Norden kommendes Meer überflutet. Eine neue Faltung betraf den gleichen Raum etwa im Ausgange der paläozoischen Zeit. Sie schuf wiederum ein Rotland, das dann als ein bedeutsames Element in der geologischen Entwicklung Mittelamerikas große Teile der mesozoischen Ära überdauert hat. Wie zur Zeit des älteren Rotlandes, so stand auch jetzt das Meer wieder im Norden; von hier griff es in der Kreidezeit südwärts vor, zunächst wieder in vorübergehenden Einzelvorstößen, dann aber in Einleitung einer durch die ganze jüngere Kreidezeit anhaltenden Überdeckung. Am Ende der Kreidezeit ist die jüngere Hauptfaltung eingetreten; aber sie war verhältnismäßig geringfügig, wenn wir sie etwa mit den Verhältnissen weiter südwestlich (Mexiko) und weiter östlich (Große Antillen) vergleichen. Nach dieser Faltung hat das Meer der Tertiärzeit nur noch im Norden und im Süden des alten Rotlandbereiches gestanden, während dieser selbst als aufragendes Landstück von ihm frei geblieben ist.

Wissen wir also über die geologische Vergangenheit des nördlichen Mittelamerikas, nicht zum wenigsten dank den Studien SAPPERS, einigermaßen gut Bescheid, so sind unsere Kenntnisse des südlichen mittelamerikanischen Festlandes, umfassend etwa die Republiken Costarica und Panama, nur dürftig. Am besten bekannt ist hier begreiflicherweise das Gebiet des Panama-Kanals mit seinen Ablagerungen tertiären Alters; aber schon bald seitwärts davon hört die sichere Kenntnis auf. Mancherlei kristalline Gesteine von zum Teil älterem Habitus sind da, und recht verbreitet sind Granite; aber die Altersverhältnisse sind unsicher. Die einzige, bisher sicher ihrem Alter nach bestimmbare vortertiäre Formation ist die Kreide, festgestellt in einer Bohrung im südlichsten Nicaragua.

In bezug auf die orographische Gliederung des südlichen Mittelamerikas wird speziell auf die Arbeiten von TROLL Bezug genommen, die die dortigen Bergzüge als Fortsetzungen des andinen Systems auffassen, was zum Teil ja auch schon von E. Süss vermutet worden war. Als verbindendes Stück zwischen der mittelamerikanischen Sierra von Darien (mit westlicher Fortsetzung in der Sierra von Saint Blas) und der Westkordillere Kolumbiens spielt südlich des Golfes von Urabá der kleine Bergzug der Loma de Cuchillo, dessen Zusammensetzung aus dioritischen Gesteinen HUBACH zuerst festgestellt hat, eine besondere Rolle. Die endgültige Entstehung der mittelamerikanischen Landbrücke wird in die spätmiozäne-frühpliozäne Zeit verlegt, während im Mittel- und vielleicht auch im Obermiozän noch Meeresverbindungen zwischen Pazifik und Karibischem Meere bestanden haben. Die Landbrücke ist geschaffen durch die letzten noch etwas beträchtlicheren Gebirgsbildungen, die die Sedimente des jüngeren Miozäns noch betroffen haben, während das Pliozän den jüngsten Faltenbau flach überdeckt. Im Pliozän und Pleistozän war der Isthmus von Panama noch breiter als heute; das beweisen die submarinen Flußtäler, die in

die Schelfe im Norden und Süden der Landbrücke eingeschnitten sind.

Dem Werke sind außer einer Übersichtskarte der Hauptlinien Mittelamerikas (Tafel 1) und einer von W. Staub und R. Sonder zusammengestellten tektonischen Übersichtsskizze des gesamten mittelamerikanischen Gebietes einschließlich Mexikos und der Antillen (Tafel 2) 8 geologische Übersichtskarten der Einzelgebiete (Tafel 3—10) beigegeben.

Den Beschluß macht eine kurze Darstellung der nutzbaren Lagerstätten Mittelamerikas.

Hans Stille, Berlin.

**The Zoology of the Faroes.** At the expense of the Carlsberg-Fond edited by Ad. S. Jensen, W. Lundbeck, Th. Mortensen and R. Spärck, managing Editor. Vol. II, pt. 1 (Crustacea, Myriopoda, Insecta I). Kopenhagen: Andr. Fred. Høst & Son 1928—1937. 337 S. 16 cm × 24 cm. Preis Sh 15/—.

Das seit 1928 in Einzellieferungen erscheinende Werk geht jetzt seinem Abschluß entgegen und soll im laufenden Jahre fertig werden. Jetzt liegt von den vorgesehenen 3 Bänden die 1. Hälfte des 2. Bandes vor. Das Werk will kein Bestimmungsbuch sein und gibt keine Beschreibungen oder Abbildungen der aufgeführten Arten, wie etwa die bekannte „Tierwelt der Nord- und Ostsee". Die Bearbeitung ist tiergeographisch eingestellt und berichtet besonders bei den Meerestieren über die Verteilung der einzelnen Arten auf boreale, boreal-subarktische und arktische Meeresteile, bei den Süßwassertieren und Lufttieren über deren Vorkommen auf den Nachbarinseln (Island, Shetlands-Ins.), in Grönland, Schottland und Skandinavien. Die Hauptmasse des behandelten Materials bilden Aufsammlungen, die das Zoologische Museum der Universität Kopenhagen 1924—1927 planmäßig auf den Faroes ausführen ließ. Der vorliegende Halbband behandelt in 20 Kapiteln die Krebstiere, Tausendfüße und einen Teil der Insekten. Im einzelnen ergibt sich eine Menge wichtiger Tatsachen. So erklärt sich die Spärlichkeit der Sand und Schlamm bewohnenden Amphipoden, Isopoden, Cumaceen und Nebaliaceen daraus, daß wegen der starken Strömungen zwischen den Inseln Gebiete mit weichem Boden bis zu Tiefen von 300 m nur in sehr geringer Ausdehnung vorkommen. Für die geringe Artenzahl der Süßwasserkrustaceen (im ganzen 41) ist neben der geringen Schwankung im Klima (Temperaturen zwischen + 10° und + 3°) die isolierte Lage der Inseln verantwortlich und ihre geringe Ausdehnung, die nur wenige verschiedene Biotope bietet. Unter den Luftarthropoden sind Tausendfüße nur spärlich vertreten, Chilopoden und Diplopoden mit je 4 Arten. Von den Insekten stellen die Gruppen mit unvollkommener Verwandlung, die im allgemeinen wärmebedürftig sind, nur wenige Arten, die meisten (13) die Collembolen. Dagegen haben die Mallophagen und Anopluren als Schmarotzer an Warmblütern nicht unter dem Klima zu leiden und sind zusammen durch 33 Arten vertreten. Die Köcherfliegen mit 17 Arten, die Schmetterlinge mit 32 und die Käfer mit 156 Arten umfassen die Hauptzahl der bisher behandelten Insekten. Die schwierige Frage nach der Herkunft der Insektenfauna wird von den verschiedenen Untersuchern behandelt. Vor allem spielt eine etwaige präglaziale Landverbindung der Inseln mit Schottland einerseits, mit Island und Grönland andererseits eine wichtige Rolle in den Erwägungen; Transport durch Flug, durch Wind und Verschleppung durch den Menschen kommen erst in zweiter Reihe in Betracht.

Hervorragende dänische Fachleute haben zu diesem Werk zusammengearbeitet. Die freilebenden Krebstiere des Meeres hat K. Stephensen mit vorbildlicher Sorgfalt behandelt (die parasitischen Cirripedien besorgte der Holländer H. Boschma); die Besprechung der Landasseln stammt von Hans Lohmander, die der Süßwasserkrustaceen von Erik M. Poulsen. Die kleinen Insektenabteilungen (Apterygoten, Orthopteren, Copeognathen, Mallophagen, Anopluren und Siphonapteren) hat in bewährter Kennerschaft Kai L. Henriksen dargestellt, der auch mit P. Hammer die Tausendfüße bespricht. Die Schmetterlinge sind von Niels L. Wolff, die Käfer von August West bearbeitet. Trotz der Vielheit der Mitwirkenden ist ein Werk von ganz einheitlichem Gepräge zustande gekommen, was für umsichtige Schriftleitung durch den Herausgeber R. Spärck spricht. Das wertvolle Werk, dessen Kosten, wie die so vieler anderer bedeutsamer wissenschaftlicher Unternehmungen, durch den Carlsberg-Fond bestritten werden, wird für die Zoogeographie der Arktis eine unentbehrliche und zuverlässige Grundlage bilden.

R. Hesse, Berlin.

**The Zoology of Iceland.** At the expense of the Carlsberg-Fond, the Rask-Ørsted-Fond and the Sáttmálasjódur. Editorial committee: Á. Friðriksson, P. Hannesson, Ad. S. Jensen, R. Spärck, B. Saemundsson and Á. Vedel Taning. Managing editors: Á. Friðriksson and S. L. Tuxen. Vol. I, Part 6, Vol. II, Part 23, Vol. III, Part 27, 58. Kopenhagen and Reykjavík: Levin & Munksgaard. Ejnar Munksgaard 1937. 16 cm × 24 cm. Preis Kr. 4.50, bzw. 1.50, bzw. 2.75, bzw. 1.50.

Mit dem bevorstehenden Abschluß der oben besprochenen „Zoology of the Faroes" beginnt jetzt das Erscheinen eines Parallelwerkes, „The Zoology of Iceland". Die Herausgabe geschieht durch einen Ausschuß, der in gleicher Zahl aus isländischen und dänischen Forschern zusammengesetzt ist. Die Bearbeitung gründet sich größtenteils auf Material, das in neueren Jahren in planmäßiger Arbeitsteilung von dänischen und isländischen Zoologen gesammelt worden ist, und soll alles zusammenfassen, was zur Zeit über die Land-, Süßwasser- und Meerestierwelt von Island bekannt ist. In dem großangelegten Plan sind 5 Bände vorgesehen. Der 1. Band wird einleitend die Geomorphologie, Klimatologie und Hydrographie von Island behandeln und dann in einigen ökologischen Abschnitten die Tiergesellschaften der verschiedenen Biotope (Seeboden, Gezeitenzone, Seen, Flüsse, Bäche und kalte Quellen, die Thermalquellen, den Boden und das Meeresplankton) besprechen. Der 2. bis 4. Band sind systematischen Inhalts und bringen eine Übersicht über die Arten der einzelnen Tiergruppen, die aus Island bisher bekannt sind, mit vergleichenden Bemerkungen über ihr Vorkommen in nordischen Meeren und auf den Inseln und Festländern, die diese Meere begrenzen. Der 5. Band soll, auf den Angaben der vorhergehenden fußend, die Folgerungen für die zoogeographische Stellung Islands bringen. Zahlreiche Verbreitungskarten werden den Text erläutern.

Bisher sind 4 Hefte erschienen, die zum 1., 2. und 3. Band gehören. R. Spärck steuert eine ökologische Abhandlung bei, über die Tiergesellschaften der Küstengewässer, die er nach dem bewährten Vorbild Petersens behandelt. E. Wesenberg-Lund bespricht die nur 11 Arten umfassende Gephyreenfauna, und K. Stephensen bringt 2 Beiträge, „Marine Isopoden und Tanaidaceen" und „Pycnogoniden". Die Art der Darstellung mit vorwiegend zoogeographischer Zielsetzung entspricht ganz den faunistischen Abhandlungen in der „Zoology of the Faroes".

R. Hesse, Berlin.

# Aus den Sitzungsberichten der Preußischen Akademie der Wissenschaften 1937.

[Gesamtsitzung = (G.). Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse = (Kl.).]

*21. Januar* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. von Ficker.

Herr Stille sprach über **Das Wachsen des westmediterranen Gebirgssystems.** Bericht über Untersuchungen, die der Vortr. mit vielen Mitarbeitern im letzten Jahrzehnt im westlichen Mittelmeergebiete durchgeführt hat. Insbesondere wird die Aufgliederung der Einzelgebirge in Alterszonen dargelegt, und auf dieser Basis wird Stellung genommen zu den für das westliche Mediterrangebiet gegebenen Gebirgssynthesen. Das mediterrane Orogen Europas und das kordillerische Orogen Amerikas (s. Sitzungsber. 1936, 134ff.) unterscheiden sich grundsätzlich insofern, als ersteres aus einem zwischenfestländischen Geosynklinalraum hervorgegangen und ausgesprochen zweiseitig entwickelt ist, letzteres aber einer nebenkontinentalen Geosynklinalregion entstammt und einseitigen bzw. pseudozweiseitigen Bau aufweist.

Herr Schmidt legte eine Arbeit des Herrn Prof. Dr. Georg Hamel in Berlin über **Potentialströmungen mit konstanter Geschwindigkeit** vor. Die einzigen ebenen Potentialströmungen reibungsloser, inkompressibler Flüssigkeiten, die stationär und mit konstanter Geschwindigkeit längs jeder Stromlinie verlaufen, sind die Bewegungen in konzentrischen Kreisen oder parallelen Geraden. Hier wird bewiesen, daß die einzigen räumlichen Bewegungen derselben Art auf Schraubenlinien verlaufen, während die Potentialflächen die bekannten Schraubenminimalflächen sind. Der geometrische Kern des Satzes heißt: die einzige eindimensionale Schar von Minimalflächen, die zugleich Potentialflächen sind, ist eine Schar paralleler und kongruenter Schraubenflächen der gewöhnlichen Art oder ein Ebenenbüschel.

Herr Wagner legte eine Arbeit des Herrn Dr. F. Rossmann in Berlin **Über die Funkschwierigkeiten bei den Flügen W. von Gronaus** vor. Das Abreißen des Funkverkehrs, das bei W. v. Gronaus Flügen über dem Grönländischen Inlandeis beobachtet wurde, wird durch Brechung der langen Funkwellen in das Eis hinein erklärt. Es handelt sich um eine Erscheinung, die der von H. Hertz in seinen berühmten Untersuchungen „über Strahlen elektrischer Kraft" (1888) experimentell erforschten Brechung sehr kurzer Wellen in einem Prisma aus Pech für lange Wellen völlig entspricht.

*11. Februar* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. von Ficker.

Herr Erhard Schmidt legte eine Arbeit von Herrn Helmut Grunsky, Berlin, **Über die konforme Abbildung mehrfach zusammenhängender Bereiche auf mehrblättrige Kreise** vor. Es wird ein neuer Beweis des schon von Riemann ausgesprochenen, von Bieberbach bewiesenen Satzes gegeben, wonach man jeden endlich vielfach zusammenhängenden schlichten Bereich ohne punktförmige Randkomponente konform auf eine mehrblättrige Kreisscheibe abbilden kann, derart, daß jeder Randkomponente des gegebenen Bereiches genau der einmal durchlaufene Rand des Bildkreises entspricht. Der Beweis benutzt keine tieferliegenden Hilfsmittel als etwa zum Beweise des Parallelschlitztheorems nötig sind.

*25. Februar* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. von Ficker.

Herr Krebs sprach **Über Talnetzstudien.** Er gab Entwicklungsreihen des Gewässernetzes auf gehobenen und von den Flüssen zerschnittenen Schuttkegeln sowie im Bereich ehemaliger Aufschüttungsebenen und zeigte die Abhängigkeit von der Oberflächenneigung und der Struktur. Erstere bestimmt in hohem Maß auch die Entwicklung der Talasymmetrie. Weitere Beispiele zeigen die an Zerrüttungszonen des Gesteins gebundene „tektonische Subsequenz" und die Anlage des Gewässernetzes in jungen Auf- und Einbiegungszonen.

*4. März* (G.). Vors. Sekr.: Hr. von Ficker.

Herr Ramdohr sprach **Über den Erzinhalt gewöhnlicher magmatischer Gesteine.** Zuerst wurde kurz auf die mikroskopische Untersuchungsmethode bei undurchsichtigen Objekten eingegangen. Die gewöhnlichen Eruptivgesteine enthalten Erzmineralien in größerer Menge und in viel größerer Vielgestaltigkeit, als man es bisher ahnte. Die Strukturen besonders der am meisten verbreiteten oxydischen Eisenerze, untergeordnet auch die der Sulfide, zeigen, daß Hochtemperaturmischkristalle vorlagen, die jetzt zerfallen sind. Rückschlüsse auf Bildungstemperaturen, Einzelheiten im Ablauf der Gesteinsabkühlung und auf Eigenschaften der Restschmelze sind oft möglich.

*11. März* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. von Ficker.

Herr Schur sprach über **Einige Anwendungen der Gruppentheorie auf Probleme der Theorie der algebraischen Funktionen.** Jede algebraische Funktion $n$-ten $y$ Grades der komplexen Veränderlichen $x$ läßt sich so normieren, daß die Summe ihrer $n$ Zweige gleich Null wird. Unter der Stufenzahl $m$ von $y$ verstehe man die Anzahl der linear unabhängigen unter den Zweigen. Unter der Annahme, daß $y$ die Umkehrungsfunktion eines Polynoms $f(y)$ mit konstanten Koeffizienten ist, wird eine einfache Bedingung für das Eintreten des Falles $m < n - 1$ angegeben. Es werden ferner alle Polynome $f(y)$ bestimmt, die auf $m = 1$ oder $m = 2$ führen.

Herr Ludendorff legte eine Arbeit **Zur Deutung des Dresdener Maya-Kodex (Untersuchungen zur Astronomie der Maya, Nr. 11)** vor. Es werden zunächst die sog. Ringzahlen des Dresdener Kodex untersucht, und es gelingt, eine astronomische Deutung für sie zu geben. Dagegen lassen sich die an die Ringzahlen anschließenden Tagesdaten nur teilweise erklären. Ebenso bleibt auch die Bedeutung der sog. Schlangenzahlen zweifelhaft. Schließlich folgt eine vollständige und wohl endgültige Erklärung der Tagesdaten auf den Seiten 51 und 52 des Kodex.

*18. März* (G.). Vors. Sekr.: Hr. von Ficker.

Herr Sombart sprach über **Die Geschichte des Rassegedankens in dem Kulturdenken und Kulturgeschehen.** Er unterscheidet drei Kategorien von *Rassebegriffen*: den naturwissenschaftlichen, den geistwissenschaftlichen und den metaphysischen, bezugsweise deren Mischung, und drei *Kulturbereiche*: den Bereich der Erkenntnis (Wissenschaft), die Willenssphäre (Politik) und die Gefühlssphäre (künstlerische Gestaltung), in deren jeder der Rassegedanke Bedeutung gewinnen kann und gewonnen hat. Der Vortr. versucht, den Zeitpunkt festzustellen, wann jeweils der Rassegedanke Eingang in diese drei Bereiche gefunden hat.

*8. April* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. von Ficker.

Herr Geiger sprach über **Umwandelbarkeit der chemischen Elemente.** Es wurde an dem Beispiel des Aluminiums erläutert, auf welchen verschiedenen Wegen die Umwandlung einer einzelnen Atomart in eine andere Atomart durchgeführt werden kann, insbesondere

wurde die Wirkungsweise von Alpha-, Protonen-, Deutonen- und Neutronenstrahlen dargelegt. Die neu entstandenen Kerne sind zu einem Teil radioaktiv und verwandeln sich unter Strahlenemission in stabile Kerne um. Auf die Bedeutung dieses Radioelementes für biologische und atomphysikalische Probleme wurde näher eingegangen.

*15. April* (G.). Vors. Sekr.: Hr. VON FICKER.

Herr KOPFF sprach über **Die Entstehung und Weiterbildung des Fundamentalkatalogs von Auwers.** Die Fertigstellung des Dritten Fundamentalkatalogs des Berliner Astronomischen Jahrbuchs (1. Teil) gibt Veranlassung, die Arbeiten, die zur Bildung dieses Fundamentalkatalogs geführt haben, im Zusammenhang darzulegen. Auf Zweck und Bedeutung eines Fundamentalkatalogs wird hingewiesen, insbesondere darauf, daß er das fundamentale Bezugsystem für die Darstellung aller Bewegungsvorgänge im Kosmos realisiert. Der Ausgangspunkt der zu besprechenden Arbeiten ist der von A. AUWERS geschaffene Fundamentalkatalog für die Zonenbeobachtungen am Nördlichen Himmel (1879). Ein großer Teil der Lebensarbeit von AUWERS besteht in der Erweiterung und Ergänzung dieses ersten Fundamentalkatalogs. Er wurde auf den Südhimmel ausgedehnt, dann auf der Grundlage der neu hinzugekommenen Beobachtungen wiederholt verbessert. Einen Abschluß dieser Arbeiten bildete der Neue Fundamentalkatalog des Berliner Astronomischen Jahrbuchs (1907). Die Wiederholung der Kataloge der Astronomischen Gesellschaft gab den äußeren Anlaß zu einer Verbesserung des Neuen Fundamentalkatalogs am Astronomischen Rechen-Institut in Berlin-Dahlem unter Benutzung der bis etwa 1925 reichenden Beobachtungen. Die Örter und Eigenbewegungen der Sterne bedurften individueller und systematischer Korrektionen. Das Hauptgewicht lag auf der Verbesserung des Systems, wofür die absoluten Beobachtungen seit 1845 benutzt wurden. Der Dritte Fundamentalkatalog einschließlich der gegenwärtig noch in Bearbeitung sich befindenden Zusatzsterne soll in Zukunft als Fundamentalkatalog für die Jahrbücher aller Nationen dienen. (Der Dritte Fundamentalkatalog des Berliner Astronomischen Jahrbuches erscheint in den Veröffentlichungen des Astronomischen Rechen-Instituts zu Berlin-Dahlem.)

*22. April* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. VON FICKER.

Herr WINDAUS, Göttingen, sprach **Über die photochemischen Reaktionen, die sich beim Übergang des Ergosterins in antirachitisches Vitamin abspielen.** Es wird gezeigt, daß sich bei der Ultraviolettbestrahlung des Ergosterins kein Gleichgewicht zwischen Ergosterin und seinen Bestrahlungsprodukten einstellt. Auch eine Polymerisation des Ergosterins findet nicht statt. Vielmehr gehen stereochemische Umlagerungen und Verschiebungen von Doppelbindungen vor sich, außerdem wird ein Ring des Ergosterins unter Bildung einer neuen Doppelbindung geöffnet. Aus dem Bestrahlungsgemisch haben sich 6 photochemische Umwandlungsprodukte darstellen lassen.

Herr BIEBERBACH legte eine Arbeit von Herrn Dr. ALEXANDER DINGHAS in Berlin **Über das Minimum einer Klasse von subharmonischen Funktionen** vor. Durch Verschärfung eines Verfahrens, das CARLEMAN zum Beweis des DENJOY-AHLFORSschen Satzes benutzte, werden einige Sätze aus dem WIMANschen Ideenkreis für subharmonische Funktionen eines bestimmten Wachstums bewiesen.

Herr BIEBERBACH legte eine Arbeit des Herrn Dr. O. TEICHMÜLLER in Berlin **Der Elementarteilersatz für nichtkommutative Ringe** vor. Der Elementarteilersatz wird unter allgemeineren Voraussetzungen bewiesen.

Herr PASCHEN legte eine Arbeit von Prof. Dr. K. W. MEISSNER und Dr. K. F. LUFT in Frankfurt a. M. **Die Struktur der *D*-Terme des Natriumbogenspektrums** vor. Die Verwendung eines durch Elektronenstoß angeregten Natrium-Atomstrahls als Lichtquelle ermöglicht die Verwendung von Spektralapparaten hohen Auflösungsvermögens (Interferometer nach FABRY und PEROT). Es gelingt damit die Trennung der *D*-Terme des Natriumbogenspektrums und der Nachweis ihrer verkehrten Lagerung.

*29. April* (G.). Vors. Sekr.: Hr. VON FICKER.

Herr TRENDELENBURG legte in Fortführung früherer Veröffentlichungen eine Arbeit **Zur Kenntnis des Vokaleinsatzes und des Glottisschlages** vor. Ebenso wie an scharf-gestoßen gesungenen Vokaleinsätzen kann man an betont gesprochenen Vokaleinsätzen im Anfang von Wörtern zeigen, daß die ganze Schwingung mit dem Abschnitt der Periode beginnt, in welchem die größte Amplitude der Teilschwingungen vorliegt, daß mithin dieser Teil („Anfangsgruppe") der Stimmritzenöffnung entspricht.

Dem Glottisschlag liegt kein besonderer Schwingungsvorgang im unteren Kehlraum (Stoßerregung der Eigenschwingungen des Luftröhrenraumes) zugrunde. Die Schwingungen im Luftraum über und unter der Stimmritze beginnen vielmehr genau im gleichen Zeitmoment. Das läßt sich aus gleichzeitigen Aufnahmen der Schwingungen der äußeren Luft und der Luftröhrenwand oder Kehlkopfwand entnehmen, wenn man die Luftleitungszeit des Schalles mit berücksichtigt.

*27. Mai* (G.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr DEFANT berichtete **Über den ersten Teil der Deutschen Nordatlantischen Expedition des Forschungs- und Vermessungsschiffes „Meteor" vom Februar bis Mai 1937.** Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Kriegsmarine haben sich entschlossen, die große Südatlantische Expedition des „Meteor" 1925/27 nach Norden hin in den Nordatlantischen Ozean bis zur Island-Faröer-Schwelle fortzusetzen, wodurch auch der Anschluß an die wissenschaftlichen Arbeiten des Forschungsschiffes „Meteor" in den isländisch-grönländischen Gewässern während der Jahre 1929—1935 gegeben ist. Zur ersten Teilfahrt dieser neuen Deutschen Nordatlantischen Expedition ist das Forschungs- und Vermessungsschiff „Meteor" am 4. Februar von Wilhelmshaven ausgelaufen und am 13. Mai wieder dorthin zurückgekehrt. Während dieser Zeit ist das Gebiet zwischen Kapverdischen und Kanarischen Inseln sowohl in ozeanographischer wie meteorologischer Hinsicht systematisch aufgenommen worden. Hauptzweck dieser Fahrt war, einwandfreie systematische Beobachtungen zu den ozeanographisch wie meteorologisch wichtigen Problemen des kalten Auftriebswassers vor der Küste Westafrikas zu sammeln, andererseits durch Radiosonden die Luftströmungen über diesem Gebiet näher zu untersuchen, insbesondere die in dieser Jahreszeit besonders kräftige Ausbildung des NE-Passates. Im ganzen wurden 60 ozeanographische Stationen und 150 Radiosonden ausgeführt, die in genügender Weise das ganze oben erwähnte Gebiet überdecken. Im Bericht gab der Vortr. einige Details über die gewonnenen Ergebnisse bekannt.

*3. Juni* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr PENCK sprach **Über das nördliche Alpenvorland.** Es handelt sich um die Vortiefe der Alpen

und nicht um das Gegenland des alpinen Systems, um das Senkungsgebiet vor dem Gebirge. Das Gegenland ist hier in die Tiefe gezogen und überdeckt worden mit den Trümmern des hinter dem Vorlande gelegenen Gebirges. An dessen Fuß wurden die also entstandenen außergewöhnlich mächtigen Schichten zusammengestaut und in die Höhe gepreßt. Dabei gliederten sie sich als Molassenketten an das Gebirge an, und es erfolgte eine Breitenminderung des Vorlandes, die ebenso wie dessen Eintiefung die Annahme der Wegführung von Massen in der Tiefe erheischt.

Herr KOPFF legte eine Arbeit des Herrn Dr. RABE, Berlin-Dahlem, **Numerische Tafeln zur Berechnung genäherter allgemeiner Jupiterstörungen für die Kleinen Planeten der Hecuba-Gruppe** vor. Die Berkeley-Tafeln von A. O. LEUSCHNER für die Hecuba-Gruppe wurden durch Umstellung auf numerische Rechnung in eine den allgemeinen Bedürfnissen der Praxis besonders Rechnung tragende Form gebracht. Vereinfachungen der Tafeln wurden weiter erzielt durch Hineinnahme der von der Exzentrizität Jupiters abhängenden Faktoren sowie zum großen Teil durch Herabsetzung der Genauigkeit der Tafelwerte entsprechend der bei Anwendung der Tafeln auf einen Planeten erfahrungsgemäß zu erreichenden beschränkten Genauigkeit in der Darstellung der Bewegung. In der neuen Gestalt gestatten die Tafeln bei Gebrauch dreistelliger Multiplikationstafeln oder eines Rechenstabes eine schnellere und bequemere Auswertung als bisher.

*10. Juni* (G.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr VON WETTSTEIN sprach **Über das Determinationsproblem.** Als wesentlichstes Ergebnis der experimentellen Vererbungsforschung ist heute sichergestellt, daß die erblichen Anlagen für die Eigenschaftsbildung, die Gene, an ganz bestimmten Stellen in den Chromosomen gelagert sind. Eine große Zahl von Genen im selben Chromosom eingelagert bildet Manövriereinheiten, die nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten gemeinsam auf die Nachkommenschaft weitergegeben werden. In besonders günstigen Zellen, wie an den Speicheldrüsenzellen von *Drosophila*, lassen sich die Lokalisationsstellen der Gene in den Chromosomen auch morphologisch sichtbar machen. Einer reihenweisen Anordnung der deutlich sichtbaren Lokalisationsstellen entspricht die reihenweise Anordnung der Gene, wie sie durch das Vererbungsexperiment ermittelt wurde. Die wichtigste Aufgabe ist nun die Frage nach der *Wirkungsweise der Anlagen*, vor allem die Frage nach dem geordneten Nacheinander der Wirkung bei den Entwicklungsprozessen, die zur Determination der Organanlagen führt. Zwei Möglichkeiten der genetischen Grundlage für die Determinationsprozesse sind von vornherein gegeben: erbungleiche Teilungen, die zu den Differenzierungsprozessen führen, oder Omnipotenz der Zellen und rein äußerlich phänotypische Differenzierungsvorgänge. Dabei wird unter Omnipotenz die Tatsache verstanden, daß sämtliche Zellen eines Organismus den gesamten Inhalt an Genen alle gleichmäßig besitzen. Die experimentellen Untersuchungen haben ergeben, daß erbungleiche Teilungen niemals in Frage kommen und die Omnipotenz der Zellen gesichert ist. Selbst scheinbare Ausnahmen, wie Differenzierungsprozesse bei *Araucaria* oder Ascidien, können als eine Bestätigung dieser Auffassung geklärt werden. Wenn also sämtliche irgendwie differenzierten Zellen alle den gleichen Geninhalt haben, dann ist die wichtige Frage zu beantworten, warum diese in allen Zellen gleichzeitig vorhandenen Anlagen doch immer nur in einem bestimmten Nacheinander zur Wirkung kommen. Hierzu ist ein Gegenspieler notwendig, der die gleichzeitig vorhandenen Gene nacheinander zur Wirkung kommen läßt. Dieser Gegenspieler muß eine gewisse Veränderbarkeit durch Genwirkung zeigen, da nur dann im Plasma die vorbereitende Situation zustande kommt, die für das Eingreifen einer nächsten Genwirkung notwendig ist. Er muß auch eine Veränderbarkeit zeigen durch den Eingriff von Außenbedingungen, weil sonst alle die Vorgänge der Regeneration und ähnliches nicht erklärbar sind. Er muß schließlich eine Unabhängigkeit in seiner Struktur zeigen, da er sonst als restlos plastisches Material wieder nur der Spielball der gleichzeitig auf ihn einwirkenden Genwirkungen sein müßte. Dieser Gegenspieler kann in den Zellen nur im Zytoplasma gefunden werden. Daß regional verschiedene Zytoplasmazustände in den Eizellen für die Determinationsprozesse wesentlich sind, kann durch die Untersuchungen vor allem an Ascidien nachgewiesen werden. Das Zytoplasma hat auch die nötige Labilität; es können sowohl durch Genwirkungen wie durch Außenbedingungen hier die verschiedensten Zustände erzeugt werden, die wieder für eine neue einzelne Genwirkung wesentlich sind. Anderseits läßt sich auf Grund einer Reihe von genetischen Versuchen an günstigen Objekten, vor allem Pflanzen, nachweisen, daß in dem Zytoplasma eine genetisch erfaßbare, von den Genen unabhängige Struktur vorhanden ist, das genetische Plasmon. Diese unabhängige Struktur des Plasmas gibt den Rahmen, innerhalb dessen sich die verschiedenen Zustandsänderungen des Zytoplasmas abspielen können. Sie umfaßt den Bereich der Determinationsprozesse, die von einem Ausgangspunkt über einen komplizierten Ablauf wieder zu diesen Ausgangspunkt zurückführen müssen. Das Zusammenwirken von diesem genetisch charakterisierten Plasmon und den Genen ist für die Determinationsvorgänge entscheidend, und die weitere Analyse dieses Zusammenwirkens, wie es in einzelnen Fällen schon angebahnt ist, wird zur restlosen Aufklärung dieser wichtigsten Grundvorgänge jeder Entwicklung und Gestaltung führen.

Herr HABERLANDT legte eine Mitteilung vor, betitelt **Statolithentheorie und Wuchsstofflehre.** Es wird gezeigt, daß die Wuchsstofflehre nur in Verbindung mit der Statolithentheorie imstande ist, die geotropischen Krümmungen der Graskoleoptile, der Stengel und Wurzeln verständlich zu machen. Die durch die Schwerkraft bewirkte Verlagerung der Statolithenstärke ist das primäre, die Bildung des Wuchsstoffes das sekundäre oder eines der nächsten Glieder der geotropischen Reizkette.

Herr v. LAUE legte eine Arbeit über **Die Stromverteilung in Supraleitern** vor. Es gibt zwei theoretisch und empirisch begründete Sätze über die Stromverteilung. Die Untersuchung führt diese auf eine gemeinsame Grundlage zurück, nämlich, daß die magnetische Energie des Stromfeldes einen kleinstmöglichen Wert annimmt. Außerdem erörtert die Arbeit die Stellung dieser Sätze zur LONDONschen Theorie der Supraleitung.

*17. Juni* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr MAX HARTMANN sprach über seine **Untersuchungen über Geschlechtsbestimmung und Geschlechtsumwandlung von *Ophryotrocha puerilis*.** *Ophryotrocha*, ein mariner Borstenwurm, ist in der Jugend rein männlich. In dem Entwicklungszustand von 15 bis 20 Parapodiensegmenten tritt Geschlechtsumwandlung in den weiblichen Zustand ein. In Isolierkulturen bleiben die Tiere von 20 und mehr Segmenten dauernd weiblich, falls sie gut ernährt werden. Durch Zurückoperieren von weiblichen Tieren von etwa 28—34 Seg-

menten auf die Zahl von 5—10 Parapodiensegmenten werden die operierten Vorderenden äußerlich und innerlich wieder in den Jugendzustand zurückversetzt und werden wieder männlich. Durch dauerndes Zurückschneiden dieser männlichen Tiere vor Erreichen der kritischen Segmentzahl können die Tiere künstlich dauernd im männlichen Zustand erhalten werden.

Dasselbe Ergebnis wie durch fortgesetzte Operation wird durch Hungernlassen erzielt. Erwachsene weibliche Tiere werden durch starkes Hungern in schmale zierliche Tiere verwandelt, die den jungen Tieren gleichen, aber eine größere Zahl von Segmenten besitzen. Auch derartig jugendlich gemachte Tiere werden ♂♂. Junge ♂♂ können durch dauernde Hungerkultur im männlichen Zustand erhalten werden.

Auch durch Zusatz von KCl (1,18—1,39proz. KC-Lösung) zum Seewasser werden sowohl alte ♀♀ in kleine ♂♂ umgewandelt als auch junge ♂♂ dauernd im kleinen männlichen Zustand gehalten.

In Pärchenzuchten zweier erwachsener ♀♀ schlägt das weniger Eier tragende Tier A bald nach dem Zusammensetzen in ein ♂ um und befruchtet das Gelege seines Partners B. Bei Dauerzucht solcher Pärchen kann das Geschlecht der beiden Partner nach etwa 4 Gelegen des weiblichen Partners alternierend umschlagen. Der neue Umschlag von dem weiblichen in den männlichen Zustand erfolgt, wenn das zur Zeit weibliche Tier (vermutlich infolge geringerer Ernährung) nur wenige Eier produziert, schwach weiblich determiniert wird. Dadurch fällt die vermännlichende Wirkung des bisher weiblichen Partners infolge Nachlassens der Produktion der Eistoffe weg, und der bisher männliche Partner wird entsprechend der seiner Größe (von über 20 Segmenten) innewohnenden weiblichen Tendenz wieder zum ♀, das nun seinerseits auf den bisher weiblichen Partner durch seine Produktion von „Eistoffen" vermännlichend wirkt.

Die Zuchtversuche ergeben somit, daß der Jugendzustand männlichbestimmend, der erwachsene Zustand weiblichbestimmend ist, daß aber weiterhin auch durch stoffliche Einflüsse von stark determinierten ♀♀ auf weniger stark determinierte ♀♀ letztere in den männlichen Zustand umschlagen.

Diese Zuchtergebnisse werden durch die zytologischen Befunde ergänzt und bestätigt. In jedem Segment findet sich ein Stock von Urgeschlechtszellen; dieselben bringen kontinuierlich indifferente Gonien hervor, welche je nach den äußeren Einflüssen (Jugend- oder Alterszustand bzw. stoffliche Einwirkung eines anderen stark weiblich determinierten Tieres) entweder zu Eiern oder zu Spermien auswachsen.

Herr Bieberbach legte eine Arbeit des Herrn Dr. Alexander Dinghas in Berlin **Über das Phragmén-Lindelöfsche Prinzip und den Julia Carathéodoryschen Satz** vor. Es wird gezeigt, wie die vom Verf. aufgestellte Poissonsche Formel für den Halbkreis sehr einfach zum Beweis des Phragmén-Lindelöfschen Prinzips in der von Ahlfors kürzlich gegebenen scharfen Form führt. Dieselbe Formel ist ferner imstande, für den Julia-Carathéodoryschen Satz über die Winkelderivierten von beschränkten analytischen Funktionen im Einheitskreise in etwas schärferer Form einen neuen Beweis zu geben.

*24. Juni* (G.). Vors. Sekr.: Hr. Planck.

Herr Hahn sprach **Über die Entwicklung des Periodischen Systems der Elemente.** Es wird ein Überblick gegeben über die neueste Entwicklung unserer Kenntnisse über die Grundbausteine der Materie, die chemischen Elemente und Atome. Dies geschieht durch eine Darstellung des Periodischen Systems der Elemente und der Änderungen und Erweiterungen, die es in der letzten Zeit erfahren hat.

*7. Oktober* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. Planck.

Herr von Laue sprach **Über die Erkennung submikroskopischer Kristallflächen durch Elektronenbeugung.** An Hand von Aufnahmen Cockranes und Brücks deutet der Vortrag die beobachteten Aufspaltungen von Interferenzflecken mittels des Kristallformfaktors der Raumgittertheorie.

Herr Trendelenburg legte eine von ihm und Herrn Ferdinand Trendelenburg verfaßte Abhandlung **Über die Ermittlung der Verschlußzeit der Stimmritze aus Klangkurven von Vokalen** vor. Nimmt man Vokalkurven nicht nur in ihrem Gesamtbild auf, sondern auch in dem Teilbild nur der hochfrequenten Teilschwingungen unter Verwendung der Oktavsiebmethode, so findet man im Frequenzgebiet über 1200 Hz oft zwei Schwingungsgruppen in jeder Grundtonperiode. Diese werden als Ausdruck je einer Stoßerregung im Moment der Stimmritzenöffnung und des Wiederverschlusses der Stimmritze aufgefaßt. Ihr Abstand stellt also wahrscheinlich die Stimmritzenöffnungszeit dar. Diese wird zur Periodendauer in Verhältnis gesetzt und als Öffnungsquotient festgelegt. Seine Zahlengröße stimmt gut mit den früher unmittelbar am Kehlkopfpräparat gefundenen Öffnungszeiten überein. Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, die für die Gesangspädagogik wichtige Frage nach der Festigkeit des Stimmritzenverschlusses bei Sängern und Sängerinnen objektiv zu prüfen.

Das korrespondierende Mitglied Herr Franz Kossmat in Leipzig übersandte seine Arbeit **Der ophiolithische Magmagürtel in den Kettengebirgen des mediterranen Systems.** Im Gegensatz zu den Gebirgen Mitteleuropas, denen mesozoische Eruptionen gänzlich fehlen, sind die entsprechenden Phasen der Gebirgsbildung im Mediterrangebiet von ausgedehnten Magmaförderungen begleitet, und zwar handelt es sich um Austritte basischer Gesteine, die als Ophiolithe bezeichnet werden. Ein nahezu geschlossener Gürtel dieser Art zieht von der Pyrenäenhalbinsel durch die Faltenketten bis zum Pazifischen Ozean, gekennzeichnet durch ein nahezu einheitliches nachtriadisch-vorkretazisches Alter und gebunden an die ersten Phasen der alpinen Bewegungen. Es handelt sich um typisches Sima, dessen extreme Differenziationsprodukte durch die Peridotgesteine dargestellt sind und in ihrer Schmelztemperatur so hoch über den anderen plutonischen und vulkanischen Gesteinen liegen, daß sie in den oberen Teil der Erdrinde zum Teil in festem Zustand eingequetscht sein müssen.

Herr Ludendorff legte eine Arbeit des Herrn Prof. Dr. Arnošt Dittrich in Prag **Der Planet Venus und seine Behandlung im Dresdener Maya-Kodex** vor. Der Verf. untersucht eingehend die auf den Planeten Venus bezüglichen Seiten des Dresdener Kodex. Er gelangt dabei wiederum zu einer Bestätigung der von Spinden aufgestellten Korrelation zur Umrechnung der Maya-Daten in unsere Zeitrechnung.

Herr Guthnick legte eine Arbeit des Herrn Prof. Dr. Alfred Brill in Neubabelsberg **Neue Methoden in der Stellarstatistik. I. Die Bestimmung der räumlichen Sternverteilung** vor. Es wird eine Methode zur Lösung der Integralgleichung der Stellarstatistik in der allgemeinen Form $a(m) = k \int_0^\infty \theta(\log \varrho, M) \cdot \varrho^2 \, d\varrho$ entwickelt. Die auf gleiche Raumgröße reduzierten Stern-

zahlen geben unmittelbar den Dichteverlauf. Die Entfernungen, zu welchen die Dichtewerte gehören, werden über die isoplene absolute Helligkeit durch das Gefälle der geglätteten reduzierten Sternzahlen bestimmt. Die Steilheit des jeweiligen Gradienten gibt auch Aufschluß über den Prozentsatz an Überriesen, Riesen und Zwergen in den Helligkeitsgruppen m. Es sind Tafeln beigefügt, mit denen die Integralgleichung in bequemer Weise gelöst werden kann. Das Reduktionsverfahren wird an einem speziellen Beispiel erläutert.

*21. Oktober* (Kl.) Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr LUDENDORFF sprach **Zur Geschichte der Astronomie im siebzehnten Jahrhundert.** Kaum 2 Jahre nach der Entdeckung der Sonnenflecke durch GALILEI erschien (1612) über letztere in Leiden eine anonyme Schrift, deren Verf. bisher als unbekannt galt. Es läßt sich aber mit großer Wahrscheinlichkeit nachweisen, daß sie von dem berühmten WILLEBRORD SNELLIUS herrührt. Den ersten Versuch, die atmosphärische Bahn einer Feuerkugel zu bestimmen, unternahm im Jahre 1624 WILHELM SCHICKARD in Tübingen; infolge gewisser falscher Grundannahmen sind seine Ergebnisse aber nicht stichhaltig. Erfolgreicher auf diesem Gebiete war etwa 50 Jahre später GEMINIANO MONTANARI in Bologna, der die Bahn der Feuerkugel vom 31. März 1676 untersuchte. Die erneute Berechnung führt zu Resultaten, die nur wenig von denen MONTANARIS abweichen.

*28. Oktober* (G.). Vors. Sekr.: i. V. Hr. PLANCK.

Herr BIEBERBACH trug seine Abhandlung **Über schlichte Abbildungen des Einheitskreises durch meromorphe Funktionen II** vor. Es werden die von der Lage des Poles abhängigen genauen Schranken für die von einer solchen Funktion ausgelassenen Werte bestimmt.

Herr BIEBERBACH legte eine im Jahre 1932 abgeschlossene Arbeit des verstorbenen Philosophen CARL STUMPF vor. Sie ist betitelt: **Studien zur Wahrscheinlichkeitsrechnung.** Im ersten Paragraphen wird das Problem der Wahrscheinlichkeit eines Weißzuges aus einer mit schwarzen und weißen Kugeln gefüllten Urne unter zwei verschiedenen Annahmen über die Gleichwahrscheinlichkeit gelöst. Die erste Annahme (POISSONscher Fall) setzt voraus, daß alle Mischungsverhältnisse gleichwahrscheinlich sind. Die zweite Annahme (STUMPFscher Fall) setzt fest, daß alle Kombinationen von weißen und schwarzen Kugeln gleichwahrscheinlich sind.

Im zweiten Paragraphen wird die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer $m$-Iteration in einem System von Dingen berechnet, deren jedes weiß oder schwarz ist. Dabei wird angenommen, daß alle Kombinationen gleich wahrscheinlich sind. Weiter wird die wahrscheinlichste Zahl der Iterationen bestimmt. Das gefundene Ergebnis wird an Marbes Beobachtungsmaterial aus Geburtenregistern geprüft. STUMPF findet Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung.

Kritische Bemerkungen zu den bisherigen Lösungen der beiden Probleme sind eingestreut.

*4. November* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr GUTHNICK sprach über **Boss 5442 (V 389 Cygni).** Durch sehr zahlreiche lichtelektrische Messungen der Helligkeit und durch gleichzeitige Aufnahmen des Spektrums sind die verwickelten Verhältnisse dieses dem $\delta$-Cephei-Typus nahestehenden Veränderlichen im wesentlichen geklärt worden. Die spektroskopische Periode und die Periode des Lichtwechsels sind ganz verschieden, erstere beträgt 3.31322, letztere 1.12912 Tage. Der Stern besteht wahrscheinlich aus drei Komponenten, von denen zwei ein enges System mit der vorstehenden spektroskopischen Periode bilden. Die schwächere Komponente in diesem System ist die veränderliche, ihr Lichtwechsel wird durch die andere Komponente gestört. Die dritte, entferntere Komponente bewirkt eine starke und ziemlich schnelle Schwankung der Schwerpunktgeschwindigkeit des engen Systems.

*18. November* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr SCHMIDT sprach **Über die Isoperimetrieeigenschaft des Kreises.** Es wurde eine Modifikation des HURWITZschen Beweises dargelegt, welche die Theorie der FOURIERschen Reihen vermeidet.

*25. November* (G.). Vors. Sekr.: Hr. HEYMANN.

Herr BODENSTEIN sprach über **94 Jahre Photochemie des Chlorknallgases.** Er gibt einen Überblick über die Bearbeitung der Reaktion seit DRAPER 1843, die über viele Irrtümer und scheinbar hoffnungslose Widersprüche heute so weit gediehen ist, daß sich die Ergebnisse aller ernsten Untersuchungen einheitlich beschreiben lassen.

*2. Dezember* (Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr HOFMANN sprach **Über die Härte des Wassers, mit einem Beitrag zur Sedimentbildung der Plattenkalke von Eichstätt.** Es wurde gefunden, daß im wesentlichen die Theorie von JOHANNES WALTHER gelten darf, wonach der Kalk größtenteils aus dem Meerwasser chemisch abgeschieden wurde, wozu allerdings als neu hinzukommen muß die Fällung von Calciumcarbonat aus dem Calciumsulfat des Meerwassers nach: $CaSO_4 + (NH_4)_2CO_3 = CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4$.

Es genügt, die heute an den Korallenriffen beobachteten Bedingungen auch für das Ende des Jura-Meeres anzunehmen, um allen Befunden gerecht zu werden. Als Bildungsdauer des Eichstätter Schichtenstoßes folgt ein Zeitraum von 770—1000 Jahren.

Herr TRENDELENBURG legte eine Arbeit (mit Herrn W. HARTMANN durchgeführt) **Der Ausdruck der Öffnung und Schließung der Stimmritze in der Periode des Luftklangs** vor. Die am Kehlkopfpräparat durchgeführten Untersuchungen ergaben, daß an gesiebten Klangkurven sowohl bei der Öffnung, als auch bei der Schließung der mit Schattenschrift aufgenommenen Stimmritze je eine Gruppe hochfrequenter Schwingungen infolge Stoßerregung auftritt. Damit erhält die Annahme von F. und W. TRENDELENBURG, daß die in Siebkurven menschlicher Vokalklänge von ihnen nachgewiesenen beiden Schwingungsgruppen durch die Unstetigkeit je im Moment der Öffnung und der Schließung der Stimmritze erzeugt werden, eine experimentelle Bestätigung.

Herr BIEBERBACH legte eine Arbeit von Herrn Dr. ALEXANDER DINGHAS in Berlin **Über das Phragmén-Lindelöfsche Prinzip und einige andere verwandte Sätze** vor. Durch Vertiefung einer Differentialmethode von AHLFORS wird zuerst die Konvexität von gewissen Ausdrücken bewiesen. Daraus ergeben sich viele bekannte Resultate und Verschärfungen des Phragmén-Lindelöfschen Prinzips. Anschließend wird mit ähnlichen Methoden das Problem des Wachstums einer ganzen transzendenten Funktion von der Ordnung kleiner als eins auf der imaginären Achse behandelt.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÜFFERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.